Lehrbuch

der

technischen Chemie

für Schulen und zum Selbstunterricht

von

Dr. F. Schubert.

Mit 216 Holzschnitten.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1866.

Lehrbuch

der

technischen Chemie

für Schulen und zum Selbstunterricht

von

Dr. F. Schubert.

Mit 216 Holzschnitten.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1866.

Lehrbuch

der

technischen Chemie

für Schulen und zum Selbstunterricht

von

Dr. F. Schubert.

Mit 216 Holzschnitten.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1866.

Lehrbuch

der

technischen Chemie

für Schulen und zum Selbstunterricht

von

Dr. F. Schubert.

Mit 216 Holzschnitten.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1866.

Lehrbuch

der

technischen Chemie

für Schulen und zum Selbstunterricht

von

Dr. F. Schubert.

Mit 216 Holzschnitten.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1866.

Druck von C. H. Kunstmann in Erlangen.

Vorrede zur ersten Auflage.

Seit Jahren mit dem Chemieunterricht an einer technischen Anstalt beschäftigt, gelang es mir noch nicht, ein kleineres Lehrbuch zu finden, welches nicht der Kürze zulieb bei einer großen Zahl von Thatsachen und Beschreibungen die Angabe der Motive an den mündlichen Unterricht verwiesen hätte. Die Schüler suchen die vorgetragenen Erläuterungen zur späteren Wiederholung nachzuschreiben, allein jeder praktische Lehrer weiß, wie unvollkommen dies gelingt.

Um den Zeitaufwand zu vermeiden, welcher durch das Dictiren entsteht, wurde die vorliegende Zusammenstellung bearbeitet, in welche nur das Allerwichtigste aus dem Gebiete der technischen Chemie aufgenommen ist. Das Aufgenommene aber wurde stets mit den entsprechenden Erläuterungen versehen, wenn es deren nur irgendwie fähig oder bedürftig erschien.

Ich bediente mich so viel als möglich der chemischen Zeichen. Der Schüler wird dadurch in die Nothwendigkeit versetzt, dieselben so oft nachzuschlagen, bis er sie auswendig weiß. Die einfachen Zeichen findet man am schnellsten im Register und setzt daraus die Formeln zusammen.

Für diejenigen Gegenstände, welche man nicht im gewöhnlichen Gewerbleben zu sehen Gelegenheit findet, sind Abbildungen im Holzschnitt

beigefügt und die Holzschnitte von dem bekannten Xylographen A. Müller in Berlin gefertigt.

Die am Schlusse befindlichen Tafeln sollen eines Theils dazu dienen, gewisse Eigenschaften der Körper zu vergleichen, andern Theils dem Chemiker und Techniker jene Aushilfe gewähren, welche so oft bei praktischen Arbeiten in Anspruch genommen wird.

Würzburg im September 1853.

Der Verfasser.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Nur Weniges ist es, was ich der kurzen Vorrede zur ersten Auflage beizufügen habe.

Mein Streben war nicht allein dahin gerichtet, das Buch nach Form und Inhalt auf den dermaligen Standpunkt der Wissenschaft zu erheben, sondern ich war auch darauf bedacht, jene Zusätze und Abänderungen zu machen, deren Bedürfniß mir während seines zwölfjährigen Gebrauches als Lehrbuch bemerkbar wurde.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage ist die Typentheorie sehr allgemein in Aufnahme gekommen und von vielen Chemikern nicht blos für den organischen, sondern auch für den anorganischen Theil der Chemie adoptirt worden. Diese Anschauungsweise hat namentlich in der organischen Chemie für das Verständniß der chemischen Processe bei gewissen Reihen von Verbindungen unbestreitbare Vorzüge. Da sie indessen noch nicht ganz allgemein durchgeführt ist und für den Anfänger und Laien, für welche doch zunächst diese Arbeit bestimmt ist, entschieden schwieriger erscheint als die Radicaltheorie, so habe ich dem organischen Theil des Buches nur einen kurzen Ueberblick dieser Theorie vorangeschickt, um den Leser wenigstens mit den Principien derselben bekannt zu machen, ohne sie jedoch für das System der organischen oder anorganischen Chemie zur Grundlage zu nehmen.

Dem vielseitigen Wunsche, die chemischen Elemente und Verbindungen nicht, wie in der ersten Auflage geschah, durch die chemischen Zeichen, sondern in Worten auszudrücken, habe ich meine Absicht, die Schüler in deren Gebrauch einzuüben, zum Opfer gebracht, und in der That wird durch diese Abänderung das Buch dem Gewerbsmanne zugängiger, welcher es in der Regel weniger zum systematischen Unterricht als zum Nachschlagen über einzelne Gegenstände benützt.

Möge auch dieser zweiten Auflage die günstige Aufnahme der ersten zu Theil werden.

Würzburg im März 1866.

Der Verfasser.

Inhalt.

Organische Chemie.

Einleitung.

Chemie ist die Lehre von den Eigenschaften der Körper, welche von der Verschiedenartigkeit ihres Stoffes herrühren. Man unterscheidet zweierlei Eigenschaften der Körper, nämlich physikalische und chemische.

Physikalische oder physische Eigenschaften heißen diejenigen, welche man unmittelbar, d. h. ohne weiteres Mittel mit den Sinnen wahrnimmt.

Chemische Eigenschaften sind solche, welche man nicht unmittelbar wahrnimmt, sondern erst nach Einwirkung auf den Stoff des Körpers.

Diese Einwirkung besteht darin, daß man den Stoff verändert. Dies kann so geschehen, daß man einfache Körper in zusammengesetzte und zusammengesetzte in andere zusammengesetzte oder in einfache verwandelt. Setzt man z. B. zum Körper a den Körper b, so kann sich a mit b zu ab verbinden, der Stoff a ist also in den Stoff ab umgewandelt worden. Bringt man zum Stoff ab den Stoff cd, so kann ac und bd oder ad und bc daraus entstehen. Der zusammengesetzte Stoff ab kann aber auch in die einfachen Stoffe a und b zerlegt, also in a und b verwandelt werden.

Wenn man die chemischen Eigenschaften der Körper kennt, so weiß man auch die Umstände, unter welchen sich einfache Körper in zusammengesetzte und zusammengesetzte in andere zusammengesetzte oder in einfache verwandeln, d. h. unter welchen Umständen chemische Verbindungen und Zersetzungen eintreten. Man erkennt also mit Hilfe der Chemie nicht nur die Natur eines Stoffes, sondern sie lehrt auch chemische Verbindungen oder Zersetzungen hervorzurufen oder chemische Verbindungen herzustellen und einfache Stoffe aus ihren Verbindungen abzuscheiden.

Die Chemie ist daher wichtig für alle Gewerbe, welche sich mit der Darstellung und Zersetzung chemischer Verbindungen beschäftigen.

Man kann sämmtliche Gewerbe eintheilen in:

1. Mechanische, welche blos die Form der Körper verändern. Sie beschäftigen sich nur mit den physikalischen Eigenschaften der Körper. Wenn z. B. der Schlosser aus Eisen ein Schloß, der Tischler aus Holz einen Tisch macht, so verändert er blos die Form, den Stoff aber nicht.

2. Chemische Gewerbe, welche den Stoff der Körper verändern.

z. B. der Seifensieder verändert nicht blos die Form des Fettes, sondern auch den Stoff. Er verbindet Fett mit Lauge zu Seife. Seife ist aber ein anderer Stoff als Fett.

3. *Mechanisch-chemische* oder *gemischte* Gewerbe, welche halb aus mechanischen, halb aus chemischen Verrichtungen bestehen, wie z. B. das Gewerbe der Büttner, Töpfer, Silberarbeiter u. s. w.

Diese Eintheilung gilt indessen nur der Hauptsache nach. Im Grunde genommen giebt es kein einziges Gewerbe, welches die Chemie völlig entbehren könnte.

Oft lassen schon die physikalischen Eigenschaften den Stoff eines Körpers erkennen. Manche Körper sind aber einander so ähnlich, z. B. Gyps und Kreide, daß die physikalischen Eigenschaften beide Stoffe nicht bestimmt unterscheiden lassen. Es kann ferner ein Stoff in so kleiner Menge vorhanden, z. B. in einer Flüssigkeit gelöst sein, daß Gesicht, Geschmack, Geruch u. s. w. zu stumpf sind, um die Gegenwart desselben zu ermitteln. In allen solchen Fällen genügen die physikalischen Eigenschaften der Körper nicht, aber wohl die chemischen, weil sie auffallender oder deutlicher und bestimmter sind als die physikalischen.

Die chemischen Eigenschaften sind zwar für sich allein zur Erkennung des Stoffes hinreichend, allein die physikalischen Eigenschaften *erleichtern* oft die chemische Unterscheidung, oder machen sie ganz überflüssig. Man muß daher auch diejenigen *physikalischen* Eigenschaften kennen, welche vorzüglich auf die Art des Stoffes schließen lassen.

Die Chemie zerfällt demnach in folgende Theile:

1. Die Lehre von den wichtigsten physikalischen Eigenschaften.
2. In die allgemeine Chemie, oder die Lehre von den chemischen Eigenschaften im Allgemeinen; sie lehrt die chemischen Ausdrücke und Gesetze kennen.
3. In die besondere Chemie, oder die Beschreibung der Stoffe nach ihren chemischen Eigenschaften.

Allgemeiner Theil.

Die wichtigsten

physischen Eigenschaften der Körper.

Schwere und Gewicht.

Schwere ist der Druck, welchen jeder Körper auf seine Unterlage ausübt.

Gewicht heißt die Schwere, wenn sie durch Zahlen gemessen wird.

Die Gewichtseinheit heißt im bürgerlichen Leben Pfund, 100 Pfunde bilden 1 Centner, 1 Pfund besteht aus 32 Loth, 1 Loth aus 4 Quint.

Da bei chemischen Arbeiten mehr Genauigkeit erfordert wird, als beim Wiegen im gewöhnlichen Leben, so hat man dazu nicht blos sehr feine Wagen, sondern man wendet dazu auch gewöhnlich das **Medicin-** oder **Apotheker-gewicht** an, weil es in kleinere Theile getheilt ist. Es ist wie das bürgerliche in den meisten Ländern verschieden, doch weniger als Ersteres. Am meisten verbreitet ist das preußische. Das Apothekergewicht hat fast überall folgende Eintheilung: Welches Gewichtes bedient man sich zu chemischen Arbeiten?

Pfund ℔	Unze ℥	Drachme ʒ	Scrupel ℈	Gran gr.	Assen
1	12	96	288	5760	7452
	1	8	24	480	621
		1	3	60	77⅝
			1	20	25⅞

Eine Unze Medicinalgewicht ist ungefähr = 2 Loth Civilgewicht.
Eine Drachme ungefähr = 1 Quint.
Ein Gran hat ungefähr die Schwere eines Pfefferkorns.

Häufig kommt das französische **Decimalgewicht** in Deutschland für chemische Arbeiten in Anwendung, und die französischen Chemiker bedienen sich nur dieses Gewichtes. Seine Einheit ist das Gramme gleich dem Gewicht eines Cubikcentimeters reines Wasser im Zustande seiner größten Dichtigkeit, nämlich bei 4°,4 C. oder 3,52 R. und hat nachstehende Eintheilung:

1 Gramme	=	16,3204	Gran
1 Decigramme	=	1,64204	„
1 Centigramme	=	0,164204	„
1 Milligramme	=	0,0164204	„
1 Dekagramme	=	164,204	„
1 Hektogramme	=	1642,04	„
1 Kilogramme	=	16420,4	„ = 1,785 Pfund bayr. oder 2,138 Pfund preuß. Civilgewicht.

Man unterscheidet ein absolutes und ein specifisches Gewicht. Das absolute ist das Gewicht, wie man es im gewöhnlichen Leben bestimmt, wenn man wiegt, d. h. es ist das Gewicht, wobei man keine Rücksicht auf das Volum (Umfang, Größe) des Körpers nimmt.

Das specifische oder eigenthümliche Gewicht ist die Zahl, welche anzeigt, wie vielmal ein Körper so schwer ist als Wasser. Bei dem specifischen Gewichte luftartiger Körper nimmt man nicht das Wasser, sondern die atmosphärische Luft als Einheit an. Wenn Bruchtheile vorkommen, so werden sie durch Decimalbrüche ausgedrückt. Man sagt daher nicht, das specifische Gewicht des Silbers sei $10^1/_2$, sondern 10,5. Da sich das specifische Gewicht mit der Temperatur verändert (s. unter Wärme), so muß bei genauen Bestimmungen angegeben werden, bei welcher Temperatur das specifische Gewicht bestimmt wurde. Gewöhnlich nimmt man dazu die mittlere Lufttemperatur von 12—15° R.

Aufsuchung des specifischen Gewichtes. Man wiegt wie gewöhnlich, aber man muß sich vorher ein Volum oder einen Raumtheil Wasser herstellen, welcher dem des zu wiegenden Körpers genau gleich ist, um die Gewichte der beiden gleichen Volume mit einander vergleichen zu können. Das Verfahren hiezu ist je nach den verschiedenen Körpern verschieden.

1) Flüssigkeiten: Man wiegt ein leeres Fläschchen, welches etwa 2 Unzen oder 4 Loth oder 960 Gran, am besten 1000 Gran Wasser hält, füllt es mit destillirtem Wasser bis oben an, wiegt wieder und schreibt sich beides auf, am besten mit Feuerstein auf das Fläschchen selbst. Man leert das Wasser aus, läßt das Fläschchen austrocknen und füllt es hierauf mit der fraglichen Flüssigkeit, z. B. mit Weingeist. Hält die Flasche gerade 2 Unzen oder 960 Gran Wasser und 762,240 Gran Weingeist, so sagt man: 960 verhält sich zu 762,240 wie 1 zu dem zu suchenden specifischen Gewichte des Weingeistes oder zu x oder $960 : 762{,}240 = 1 : x$. Multiplicirt man die beiden inneren Glieder und dividirt dann mit dem äußeren, so erhält man für x die Zahl 0,794 als das specifische Gewicht des Weingeistes.

2) Feste, aber pulverförmige Körper: Man sucht vor Allem das absolute Gewicht des Pulvers, d. h. man wiegt es wie gewöhnlich auf der Wage und schreibt das Gewicht z. B. 986 Gran auf. Nun bringt man das Pulver in das vorhin erwähnte Fläschchen, füllt dasselbe hierauf vollends mit Wasser und wiegt wieder. Es soll nun 1606 Gran wiegen. Dadurch, daß der pulverförmige Körper Platz in der Flasche genommen, hat er ein Volum Wasser aus derselben verdrängt, welches dem Volum des Körpers vollkommen gleich ist. Um zu wissen, was dieses Volum Wasser wiegt, addirt man den ganzen Wasserinhalt der Flasche zu dem Gewichte des Körpers, und zieht ab 1606, d. h. die Summe des Gewichtes des Körpers und des Wasserinhaltes der Flasche, an welchem letztern aber das Gewicht des verdrängten Wassers fehlt, $960 + 986 = 1946$; $1946 - 1606 = 340$. Also dasselbe Volum, was von dem Körper 986 Gran wiegt, wiegt vom Wasser 340 Gran. $340 : 986 = 1 : x$; $x = 2{,}90$.

3) Nicht pulverisirbare feste Körper (ganze Stücke): Man hängt den Körper mit einem Roßhaare an eine Schale der Wage. Die eine Wag-

schale ist dazu gewöhnlich etwas kürzer aufgehängt und hat unten einen Haken. Nun legt man Gewicht in die andere Schale, bis die Wage wieder gleich steht. Hiezu sollen z. B. 344 Gran nöthig sein. Dies ist das absolute Gewicht des Körpers. Nun läßt man den an der Wage in der Luft schwebenden Körper in ein Glas voll Wasser eintauchen. War die Wage gleich, so wird jede Schale durch den leisesten Druck von unten gehoben. Da nun das Wasser einen stärkeren Druck auf einen Körper ausübt, als die Luft, so wird die Schale gehoben, der Körper mag so schwer sein als er will, denn er hat auf der andern Schale sein gleiches Gewicht, das blos in der Luft schwebt. Man legt nun so viel Gewicht auf die Schale, woran der Körper hängt, als nöthig, um ihn wieder in Wasser unterzutauchen, z. B. 169 Gran, so ist 169 Gran das Gewicht eines Antheils Wasser, der dasselbe Volum hat, als der Körper. Denn wenn ein Körper in Wasser eintauchen soll, so muß er das Wasser von der Stelle verdrängen, an welche er sich begibt. Da sich Wasser nicht zusammendrücken läßt und es sonst nirgends wohin ausweichen kann, als in die Höhe, wo es frei ist, so muß er also das Wasser empordrücken, oder ein ihm gleiches Volum Wasser tragen und dadurch wird er selbst vom Wasser gedrückt. Da er aber nach unten drückt, so empfängt er auch vom Wasser blos von unten herauf den Gegendruck und wird also vom Wasser mit einer Kraft gehoben, die so groß ist als das Gewicht des verdrängten Wasservolums. Es ist also $169 : 344 = 1 : x$. Ist der Körper leichter als Wasser, so taucht er gar nicht unter. Man hängt daher einen schwereren Körper von bekanntem specifischen Gewicht daran, der ihn hinabzieht und wiegt dann wie gewöhnlich. Was herauskommt, ist das specifische Gewicht des leichteren nebst dem des schwereren Körpers. Mann muß daher letzteres davon abziehen.

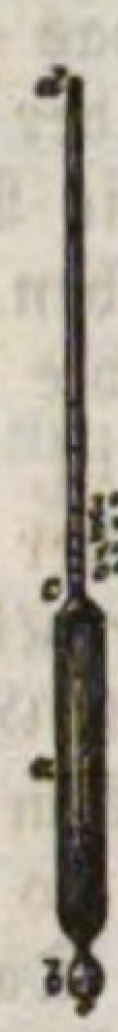
In Wasser auflösliche Körper müssen in eine Flüssigkeit gehängt werden, worin sie sich nicht auflösen, z. B. Zucker oder Gummi in Terpentinöl oder Baumöl. Es verhält sich dann das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit zu dem absoluten Gewicht des Körpers nicht wie 1 zu x, sondern wie das specifische Gewicht der Flüssigkeit zu x.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Gase oder Luftarten ist schwieriger, kommt aber im gewöhnlichen Leben nicht vor.

Aräometer. Da zur Bestimmung des specifischen Gewichtes sehr feine und daher theuere Wagen erforderlich sind, so sucht man das specifische Gewicht der Flüssigkeiten, welche im Gewerbeleben am meisten vorkommen, auf andere Weise. Statt daß man, wie oben gelehrt wurde, die ungleichen Gewichte zweier gleicher Volume vergleicht, so vergleicht man hier die ungleichen Volume zweier gleicher Gewichte. Hiezu hat man ein Instrument, welches im Allgemeinen **Aräometer** heißt oder **Senkwage**.

Man hat Aräometer für schwerere und solche für leichtere Flüssigkeiten als Wasser. Erstere dienen fast nur für den Weingeist und heißen deßhalb auch **Weingeistwagen**. Die für schwerere Flüssigkeiten heißen aus ähnlichem Grunde auch **Mostwagen, Bierwürzwagen, Laugenprober** ꝛc., wenn sie blos für eine dieser Flüssigkeiten eingerichtet sind. Sie sind meist von Glas, seltener von Blech und haben gewöhnlich diese Form: Wie werden die Aräometer eingetheilt?

1.



a ist der Körper des Aräometers. Er ist hohl, mit Luft gefüllt und dient dazu, daß das Instrument schwimmt. Das Glas hat ein specifisches Gewicht von mehr als 2,0. Wäre das Aräometer eine massive Glasstange, so würde es in allen den Flüssigkeiten untergehen, für die es bestimmt ist, weil sie leichter als Glas sind. Es muß daher gleichsam eine Schwimmblase haben. b ist das Gewicht, mit Bleischroten oder Quecksilber gefüllt, damit das Instrument in stehender und nicht in liegender Stellung schwimmt. c d ist der Hals, auf dem 2 Linien herablaufen, welche durch kleine wagrechte Striche in Theile getheilt sind, die man Grade nennt. Die ganze Eintheilung heißt die Scale.

Das Aräometer taucht um so tiefer in eine Flüssigkeit ein, je leichter dieselbe, und um so weniger tief, je schwerer sie ist. Es sinkt gerade so tief ein bis der eingetauchte Theil ein Volum der Flüssigkeit verdrängt hat, welches eben so viel wiegt, als das ganze Aräometer.

Worauf beruht die Einrichtung

Das Aräometer für leichtere Flüssigkeiten als Wasser ist so leicht, daß es im Wasser nur bis zum Anfang der Scale c einsinkt, der mit 0 bezeichnet ist; taucht es nun aber z. B. in einem geringen Branntwein bis zum ersten Strich ein, so hat er 1 Grad = 1°, der stärkere hat 2°, 3° 2c.

und die Wirkung des Aräometers?

Das Aräometer für schwerere Flüssigkeiten sinkt bis ans oberste Ende d im Wasser ein, wo ebenfalls 0 steht. Eine schwerere Flüssigkeit hat 1°, 2°, 3° 2c. Also ein Branntwein hat um so mehr Grade oder ist um so besser, je leichter, und der Most, die Lauge u. s. w. haben um so mehr Grade, je schwerer sie sind.

Da eine Flüssigkeitdesto specifisch leichter ist, je wärmer sie ist, so kann jedes Aräometer nur bei dem Wärmegrade gebraucht werden, der auf der Scale angezeigt ist.

Welche sind die wichtigsten Aräometer?

Die Aräometerscalen werden verschieden eingetheilt und die Aräometer werden nach demjenigen benannt, der sie eingetheilt hat. Die Grade können gleich groß sein oder sie sind ungleich d. h. unten am Anfang der Scale am kleinsten und nehmen nach oben immer mehr zu. Von den vielen Aräometern sind folgende für uns die wichtigsten:

Das Aräometer von Beck für leichtere Flüssigkeiten oder **Beck's Weingeistwage** ist in 40 gleiche Grade eingetheilt. 0 bezeichnet reines Wasser, 40° einen starken Weingeist von 0,80 specifischem Gewicht und 12° einen gewöhnlichen Branntwein. Das für schwerere Flüssigkeiten geht gewöhnlich von einem specifischen Gewichte von 0° = 1,0 specifisches Gewicht bis 85° = 2,0 specifisches Gewicht. Beide finden hauptsächlich in Bayern Anwendung. Man verwandelt die Zahl der Grade in das specifische Gewicht bei dem Aräometer für leichte Flüssigkeiten nach der Formel:

$$S = \frac{170}{170 + m} \text{ und für schwere: } S = \frac{170}{170 - m}$$

S bedeutet das specifische Gewicht und m die Zahl der Grade. So ist z. B.:

$$40^\circ = \frac{170}{170 + 40} = 0{,}80.$$

Die zwei Aräometer von Baumé haben ebenfalls gleiche, aber kleinere Grade, als die von Beck, und das specifische Gewicht des Wassers wird nicht mit 0°, sondern mit 10° bezeichnet. Ein Weingeist von 40° nach Beck hat 43° nach Baumé; ein Branntwein von 12° Beck hat 20° nach Baumé. Baumé's Weingeistwage geht gewöhnlich von 10° = 1,0 specifisches Gewicht bis etwa 65° = 0,72 specifisches Gewicht. Baumé's Aräometer für schwere Flüssigkeiten von 0° = 1,0 specifisches Gewicht bis 72° = 2,0 specifisches Gewicht. Man verwandelt die Zahl der Grade in das specifische Gewicht bei dem Aräometer für leichte Flüssigkeit nach der Formel $S = \frac{146}{146 + m}$ und für schwere: $S = \frac{152}{152 - m}$ Ihre Anwendung ist sehr ausgebreitet.

Bei den Aräometern mit gleichen Graden nimmt die Zahl der Grade nicht regelmäßig mit der Zahl des specifischen Gewichtes zu, so ist z. B.: Ergibt eine Zunahme der Aräometergrade auch dieselbe Zunahme des specifischen Gewichtes?

1° Beck	= 0,9941	specifisches	Gewicht.
5° „	= 0,9714	„	„
10° „	= 0,9444	„	„
15° „	= 0,9189	„	„

Sollen die Grade mit gleichen Unterschieden im specifischen Gewichte übereinstimmen, so dürfen sie einander nicht gleich sein, sondern sie werden um so größer, je leichter die Flüssigkeiten sind, und um so kleiner, je schwerer die Flüssigkeiten werden. Aräometer mit ungleichen Graden.

2.



Es habe z. B. eine Flüssigkeit **a** 0,95 spec. Gew. und eine andere b 0,90. Da 0,95 um $\frac{5}{100}$ weniger ist, als 1,00, so ist **a** um $\frac{5}{100}$ leichter, als Wasser und b um $\frac{5}{100}$ leichter als **a**. Soll nun ein Volum von a eben so viel wiegen, als das Aräometer, so muß dieses Volum um $\frac{5}{100}$ größer sein, als das Volum Wasser, was vom Aräometer beim Eintauchen verdrängt wird. Bezeichnet man nun den Eintauchungspunkt des Aräometers im Wasser mit 0°, den Eintauchungspunkt in der Flüssigkeit a mit 1° und den für die Flüssigkeit b mit 2°, so wird der 2° größer sein als 1°, weil der 2° zwar auch wieder nur um $\frac{5}{100}$ zunimmt, aber nicht $\frac{5}{100}$ von dem Volum des Wassers (welches bis 0° geht), sondern um $\frac{5}{100}$ von dem Volum der Flüssigkeit **a** (welches bis 1° geht), also schon an und für sich selbst um 1° größer ist, als das Volum des Wassers. Eben deßhalb wird 3° größer sein, als 2° u. s. f.

Die Gradzahlen 1°, 2°, 3° bezeichnen bei diesen Aräometern gewöhnlich 1, 2, 3 Procente desjenigen Stoffes in Wasser, für welchen das Aräometer bestimmt ist, also z. B. bei den Weingeistwagen 1, 2, 3 % wasserfreien Weingeist in Wasser.

Es ist nicht einerlei, ob 1 Maas Weingeist und 99 Maas Wasser beisammen sind, oder 1 Pfund Weingeist und 99 Pfund Wasser, denn dieselbe Zahl Weingeistprocente dem Gewicht nach, oder Gewichtprocente geben einen stärkeren Branntwein, als die nämliche Zahl gemessener oder Volumprocente, weil der Weingeist leichter ist als Wasser. Bei einer schwereren Flüssigkeit wäre es umgekehrt.

Die Weingeistwage von Richter war früher in Sachsen fast allein gebräuchlich. Sie sollte die Gewichtprocente anzeigen. Da sie aber in gleiche Grade getheilt ist, so ist sie ganz unrichtig und daher jetzt wenig mehr im Gebrauch.

Die Weingeistwage von Tralles, in Bayern seit 1842 gesetzlich eingeführt und auch in Sachsen und Preußen gebräuchlich, ist in 100 ungleiche Grade getheilt, wovon jeder die Volumtheile von wasserfreiem Weingeist anzeigt, welche in 100 Theilen Branntwein enthalten sind, oder die Volumprocente des Weingeistes. 0° ist reines Wasser, 100° wasserfreier Weingeist, und der gewöhnliche Branntwein hat 50°. Also 50° Tralles sind etwa = 12° Beck. Zu den besondern Aräometern gehören außer der Weingeistwage auch einige für schwerere Flüssigkeiten als Wasser. Die wichtigsten sind folgende:

Das Saccharometer (Zuckermesser), auch Würzwage genannt, weil es eben so wohl in Zuckersiedereien wie in Bierbrauereien benützt wird. Früher war besonders das Saccharometer oder die Würzwage von Hermbstädt gebräuchlich. Es ist in 200 ungleiche Grade eingetheilt, welche Zuckerprocente anzeigen. Jetzt wird häufig das Saccharometer von Long angewendet, welches für 8° R. oder 50° F. gilt und in 25 gleiche Grade getheilt ist. Es zeigt an, um wie viele Pfunde das Barrel (2½ Eimer bayr.) Wasser durch das Maischen schwerer geworden ist. 0° ist = 1,0 specifisches Gewicht bei 8° R. und 25° = 1,070 spec. Gewicht. Eine Correctur am Thermometer giebt an, wie viele Pfunde zugezählt werden müssen, wenn die Temperatur über 8° R. oder 50° F. steht. Es ergiebt sich daraus auch das specifische Gewicht der Würze. Wiegt z. B. das Barrel Wasser 300 Pfund bayrisch und das Barrel Würze 328 Pfund, so ist 300 : 328 = 1 : 1,080 und 1,080 das specifische Gewicht der Würze. [1]) Die Würzwage von Dorn zeigt die Zahl der Lothe von Extrakt an, welche in 1 preußischem Quart Würze enthalten sind.

Die Mostwage soll den Zuckergehalt des Traubenmostes anzeigen. In Bayern, Baden, Württemberg ist am meisten die von Oechsle gebräuchlich. Sie ist von Glas und in gleiche Grade getheilt, fängt an mit 40° und geht bis 130°. Die Mostwage von Künstelbach ist älter als diese, stimmt aber in der Eintheilung völlig mit ihr überein. Sie ist aber meist von Messing oder Silber, hat einen kurzen Hals, der nur bis 11° geht; in schwereren Flüssigkeiten wird sie dadurch eingetaucht, daß man Gewichte auf die Spitze des Halses steckt. Die Scale fängt mit 0° an und das Instrument kann durch die Gewichte gegen 150 Grade anzeigen. Die Künstelbach'sche gilt wie die von Oechsle für 12½° R. 0° bedeutet reines Wasser, 40° = 1,037 spec. Gewicht = 8% Zucker, 100° = 1,100 spec. Gewicht = 23% Zucker. Bezeichnet m die Zahl der Grade, so findet man das spec. Gewicht leicht nach der Formel: $S = \frac{1100}{1100 - m}$ Viele wiegen den Most nach Beck's oder Baumé's Aräometer oder nach dem Saccharometer.

Laugenprober, Salzspindeln und Säurewagen. Man hat hiefür selten besondere Aräometer, sondern benützt dazu gewöhnlich Beck's oder Baumé's Aräometer für schwere Flüssigkeiten. Laugenprober sollen ein specifisches Gewicht anzeigen von 1,0 bis 1,540, Salzspindeln von 1,0 bis 1,2078. Die Aräometer der Pottaschensieder geben bisweilen an, wie viel Pfunde Pottasche ein Eimer Lauge enthält. Die Saccharometer, Most- und Laugenwagen können den Procentgehalt nicht richtig angeben, weil außer Zucker, Laugensalz &c noch andere Stoffe aufgelöst sind, die das specifische Gewicht der Flüssigkeit vermehren.

---

[1]) 25 Zuckerprocente geben bei 14° R. 1,1059 specifisches Gewicht nach Balling.

Die Weinwagen haben daher gar keinen Werth. Denn wenn der Wein auch durch Weingeistgehalt leichter wird als Wasser, so kann ihn der Gehalt an Zucker, Farbstoff und Salzen um gerade so viel wieder schwerer machen. Der Wein ist daher ebenso oft etwas leichter als schwerer wie Wasser, und der beste Wein kann das specifische Gewicht des Wassers haben = 1,0. Ihre Scale geht von 0° bis 10°, oder, um auch für künstliche Weine brauchbar zu sein, die mehr Weingeist enthalten können, bis 15°. Die Eintheilung ist wie bei der Mostwage von Oechsle, nur steht hier der Nullpunkt, welcher reines Wasser anzeigt, unten, weil man angenommen hat, der Wein sei immer leichter als Wasser.

Die Essigwage oder das Acetimeter ist eben so eingetheilt wie die Weinwage. Da jedoch der Essig schwerer als Wasser ist, so steht 0° auf der Scale oben. Sie hat 20 oder 25 Grade. Der stärkste Weinessig zeigt 19°. Das Instrument ist ebenfalls unzuverlässig, weil ein großer Unterschied in der Stärke des Essigs wenig Unterschied im specifischen Gewichte bewirkt. Ferner wird das specifische Gewicht nicht blos durch den Säuregehalt, sondern auch durch andere Substanzen, wie Zucker, Gummi, Schleim vermehrt und durch noch vorhandenen Weingeist vermindert. Endlich verdichtet sich eine kleine Menge Wasser mit reiner Essigsäure so stark, daß wasserhaltige Säure noch schwerer sein kann, als wasserfreie. Die wasserfreie hat 1,063 specifisches Gewicht, eine Säure, welche 29,6⁰/₀ Wasser enthält, hat 1,079, und eine von 50⁰/₀ Wassergehalt hat wieder 1,063. Letzteres kommt freilich nur bei starker Essigsäure vor, nicht aber beim gewöhnlichen Essig, der nur 2 bis 8⁰/₀ Essigsäure enthält. — Der Essig wird auf seinen Säuregehalt gewöhnlich chemisch untersucht.

Das Lohearäometer von Hermbstädt hat 0° oben und nach unten 20 Grade, welche die Procente des Gerbstoffes anzeigen sollen, aber auch hier machen anderweitige Stoffe, die in der Lohebrühe gelöst sind, die Angaben unrichtig.

Der Milchmesser (Lactometer oder Galaktometer) von Cadet de Vaux ist nach Baumés Aräometer für schwere Flüssigkeiten eingetheilt, geht aber nur von 0° bis 8°. Nicht abgerahmte Milch zeigt $4\frac{1}{4}$ bis 5°, abgerahmte bis $5\frac{1}{4}$°. Ebenso wie durch Rahmgehalt wird sie aber auch durch Wasserzusatz leichter und zeigt dann 4 oder $3\frac{3}{4}$°. Abgerahmte Milch kann also durch Wasserzusatz ihr ursprüngliches specifisches Gewicht wieder erhalten. Davy's Milchmesser ist genauer und gilt nur für abgerahmte Milch. Die Grade sind nach dem specifischen Gewicht eingetheilt für $12\frac{1}{2}$° R. 0° bedeutet die leichteste unverfälschte Milch und von den 35 nach oben aufgetragenen Graden bedeutet jeder die angezeigten Procente des Wasserzusatzes. Andere Zusätze als Wasser machen natürlich auch hier die Angabe falsch. Es gibt noch mehrere Milchmesser. Am besten ist es, wenn man die Milch mit wenigem Essig zum Gerinnen bringt und den Zuckergehalt der Molken bestimmt.

Die Anziehung der Körper.

Die Schwere oder das Streben der Körper, auf ihre Unterlage zu drücken und, wenn man die Unterlage wegnimmt, auf den Boden zu fallen, rührt her von der Anziehung, welche der Mittelpunkt des Erdkörpers auf alle Körper ausübt. Wodurch entsteht die Schwere?

Die Naturkörper werden aber nicht blos vom Erdkörper angezogen, sondern es findet zwischen allen Körpern, so wie auch zwischen ihren Theilen eine Anziehung statt.

Cohäsion oder Zusammenhang heißt die Anziehung zwischen den gleichartigen Theilen eines Körpers, welche zusammen ein gleichartiges Ganze bilden.

Adhäsion oder Anziehung im engeren Sinne ist die Anziehung zwischen ungleichartigen Körpern an ihrer Oberfläche, wodurch die Gemenge entstehen.

Chemische Anziehung oder chemische Verwandtschaft ist die Anziehung zwischen ungleichartigen Körpern, wenn sie nicht blos oberflächlich, sondern durch die ganze Masse stattfindet, so daß sich die Körper durchdringen und dabei gleichartig werden.

Cohäsion.

Nach der Festigkeit des Zusammenhanges unterscheidet man **3 Aggregatzustände**, den Zustand des Festen, Tropfbarflüssigen und des Elastischflüssigen, Luftartigen oder Gasförmigen.

Die gasförmigen Körper, Gase oder Luftarten lassen ihre Theile durch jede unmerkliche Kraft verschieben. Sie dehnen sich in's Unbegränzte aus und lassen sich aber auch stark zusammendrücken, wie z. B. die Luft in einer Windbüchse. Werden sie durch Druck oder Kälte tropfbarflüssig oder fest, so heißen sie unbeständige oder coërcible Gase, bleiben sie aber dabei unverändert, beständige oder permanente Gase.

Die tropfbaren Flüssigkeiten erfordern zur Trennung und Verschiebung ihrer Theile schon eine größere Kraft und lassen sich nur sehr wenig zusammendrücken. So zerspringt z. B. eine bis an den Rand gefüllte Flasche, wenn man den Stöpsel gewaltsam hineintreibt, nicht aber, wenn man etwas Luft darin läßt.

Die festen Körper erfordern zur Trennung ihrer Theile eine größere Kraft als die flüssigen.

Die Form der Körper, jedoch nicht diejenige, welche man ihnen künstlich gibt, sondern diejenige, welche sie aus eigner Thätigkeit annehmen, wenn sie nicht von außen gestört werden, ist bei den flüssigen Körpern stets die Kugelform, wie man an den Luftblasen und Wassertropfen sieht; bei den festen Körpern ist sie verschieden. Jeder hat aber seine eigenthümliche Form.

Er nimmt dieselbe stets an, wenn seine kleinsten Theile leicht beweglich werden, also wenn er flüssig, d. h. aufgelöst oder geschmolzen und dann die Ursache der Verflüssigung, nämlich die Schmelzungswärme durch Abkühlung oder die lösende Flüssigkeit, z. B. Wasser durch Verdunstung wieder entzogen wird.

Die Form der festen Körper ist entweder unregelmäßig, **amorph**, von krummen (gebogenen) Flächen begrenzt, oder regelmäßig, **krystallisirt**. Man versteht also unter **Krystall** jede regelmäßige symmetrische (d. h. nach den Gesetzen des Ebenmaaßes gebildete) Gestalt, welche von ebenen Flächen begränzt ist.

Die amorphen Körper, wie Glas, Pech, Gummi lassen sich nach einer Richtung so leicht zerbrechen als nach der andern, die krystallisirten, z. B. Kochsalz, Salpeter haben gewisse Richtungen oder Blätterdurchgänge, in denen sie sich leichter von einander trennen lassen, als nach andern. Diese Spaltungsrichtungen laufen mit den äußeren Flächen parallel oder bilden symmetrische Winkel damit. Die Bruchflächen der amorphen Körper sind gewöhnlich muschelähnlich vertieft oder erhöht, **muschlicher Bruch**.

Ein Körper, der so regelmäßige Blätterdurchgänge, aber keine regelmäßige Begrenzung zeigt, heißt **krystallinisch.** Wenn er aus vielen sehr kleinen, nicht vollständig ausgebildeten Krystallen besteht, heißt er eine **krystallinische Masse.**

Wenn eine Flüssigkeit, worin ein krystallisirbarer Körper, z. B. Kochsalz, gelöst ist, zum Theil verdampft, so schießt so viel Kochsalz in Krystallen an, als sich nicht mehr aufgelöst erhalten kann. Das Uebrige bleibt aufgelöst. Die Flüssigkeit, welche nach dem Krystallisiren einer Auflösung übrig bleibt, heißt **Mutterlauge.** Durch weiteres Abdampfen der Mutterlauge erhält man neuerdings Krystalle.

3. Folgende Krystallformen kommen am häufigsten vor:



1. Der Würfel oder Cubus, begrenzt von 6 gleichen Quadraten, die sich sämmtlich rechtwinklig an einander schließen.

4.



2. Das regelmäßige Oktaëder oder der r. Achtflächner, begrenzt von 8 gleichseitigen Dreiecken. Das Oktaëder besteht gleichsam aus 2 vierseitigen Pyramiden, deren Grundflächen auf einander stehen, also einander decken. Die Grundflächen derselben sind hier Quadrate.

5.



3. Das Tetraëder oder der Vierflächner, eine dreiseitige Pyramide, von 4 gleichseitigen Dreiecken (die Grundfläche mit eingerechnet) begrenzt.

4. Die gerade quadratische Säule oder das q. Prisma, welche entsteht, wenn man den Würfel aufwärts verlängert und die quadratische Tafel, wenn man ihn verkürzt.

5. Das quadratische Oktaëder. Es hat wie das regelmäßige eine quadratische Grundfläche, ist aber nicht von gleichseitigen, sondern von gleichschenkligen Dreiecken begränzt. Ist der obere Winkel der Dreiecke stumpf,

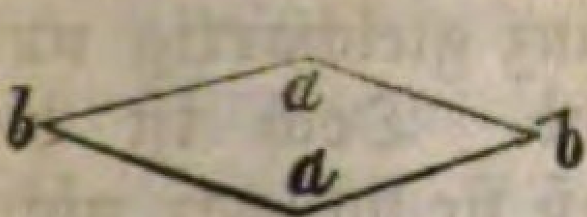


so entsteht das stumpfe, und ist er spitz,



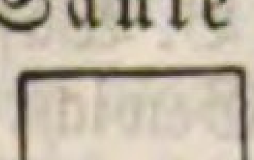
das spitze quadratische Oktaëder.

6. Die gerade rhombische Säule und Tafel. Sie hat nicht, wie die quadratische Säule ein Quadrat, sondern eine Raute oder einen Rhombus zur Grundfläche, d. h. eine Fläche, die von 4 gleichen Seiten eingeschlossen ist, welche sich in 2 stumpfen Winkeln aa und in 2 spitzen Winkeln bb schneiden.



7. Das rhombische Oktaëder, welches sich vom quadratischen dadurch unterscheidet, daß es einen Rhombus statt des Quadrates zur Grundfläche hat.

8. Die rectanguläre Säule und Tafel. Sie hat zur Grundfläche ein **Rectangulum** oder Rechteck



, eine Figur, welche von 2 kurzen und 2 langen Seiten eingeschlossen ist, die sich sämmtlich unter rechten Winkeln schneiden.

9. Das rectanguläre Oktaëder, mit rectangulärer Grundfläche wie die Säule.

6. 10. Das Rhomboëder oder der Rautenflächner, gleichsam ein geschobener Würfel. Statt, wie der Würfel von 6 Quadraten, ist das Rhomboëder von 6 Rhomben begrenzt. Es giebt spitze Rhomboëder, wenn wie hier die Endecken **aa** von spitzen Winkeln gebildet werden, und stumpfe.

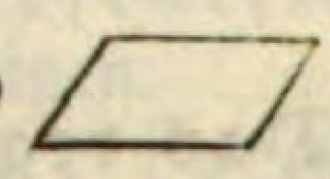
a 

11. Die sechsseitige Säule und Tafel, welche 6 Seitenflächen und als Grundfläche ein Sechseck hat.

12. Die doppeltsechsseitige Pyramide. Statt wie das Oktaëder aus zwei vierseitigen, besteht sie aus zwei sechsseitigen Pyramiden, die gleichfalls mit ihren Grundflächen auf einander stehen.

13. Die klinorhombische oder schiefe rhombische Säule und Tafel entsteht, wenn man sich das Rhomboëder nach oben verlängert, und die klinorhombische Tafel, wenn man es sich verkürzt denkt.

14. Die schiefe rectanguläre Säule ist eine schiefe Säule mit einem Rechteck als Grundfläche.

15. 16. Die gerade und schiefe rhomboidische Säule, oder (klinorhomboidische Säule) haben ein Rhomboid  zur Grundfläche, d. h. eine Fläche, begrenzt von 2 kurzen und 2 langen Seiten, die sich unter 2 stumpfen und 2 spitzigen Winkeln schneiden.

Durch Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung der Kanten und Ecken lassen sich diese Formen manchfach verändern und auf gewisse Grundgestalten zurückführen.

Die Adhäsion

oder Anziehung nach der Oberfläche, Flächenanziehung findet zwischen allen Körpern statt, macht sich aber nur bei ungleichartigen bemerkbar, weil sie bei gleichartigen in die Cohäsion übergeht. Die Adhäsionskraft wird nur dann wirksam, wenn die Theile des einen oder beider einander genäherter Körper leicht beweglich sind. Daher ziehen sich besonders 2 Flüssigkeiten oder eine Flüssigkeit und ein fester Körper leicht schon aus einiger Entfernung an. Feste Körper ziehen sich wegen Mangel an Beweglichkeit nicht aus der Ferne an.

Steckt man daher z. B. einen einige Zoll langen fast haardünnen Metalldraht in ein Korkstückchen und läßt dies in Wasser schwimmen, so wird der aus dem Wasser emporragende Draht von jedem genäherten Gegenstande schon in einiger Entfernung angezogen.

Eine praktische Anwendung der Adhäsion ist das Kleben, Leimen, Kitten und Löthen.

Gase und Flüssigkeiten mengen sich, wenn sie auch von ganz verschiedener Schwere sind, allmälig so innig, daß sie scheinbar ganz gleichartig nur noch chemisch als 2 unverbundene Körper zu erkennen sind. Doch ist die Adhäsion auch zwischen manchen Flüssigkeiten so gering, daß sie sich gar nicht mengen, z. B. Wasser und Oel oder Quecksilber. Löst man jedoch Gummi, Schleim oder Eiweiß im Wasser, so bleibt das Oel darin lange wenigstens in so kleinen Tropfen vertheilt, daß die Flüssigkeit dem blosen Auge ebenfalls gleichartig erscheint, aber trüb und milchig ist. Eine solche Milch heißt **Emulsion.** Manche Flüssigkeiten, z. B. Wasser mit Weingeist oder Schwefelsäure zeigen ein anderes specifisches Gewicht, als die Summe ihrer beiden specifischen Gewichte. Dies beweist, daß nebst der Mengung auch eine chemische Verbindung erfolgt ist. Auch die Haarröhrchenanziehung oder Capillarität ist eine Wirkung der Adhäsionskraft und besteht darin, daß eine Flüssigkeit in einem sehr dünnen unten und oben offenen, mit dem un-

teren Ende in der Flüssigkeit stehenden Röhrchen höher steigt, als die Flüssigkeit außer dem Röhrchen steht. Es beruht darauf die Wirkung der Kerzen- und Lampendochte. Auch das **Coliren** oder Seihen durch Tuch und Leinwand, und das **Filtriren** oder Seihen durch Filz oder Papier werden dadurch möglich, daß die Fasern der Zeuge die Flüssigkeiten anziehen.

Die Verflüssigung eines festen Körpers durch seine Adhäsionskraft zu einer Flüssigkeit heißt **Lösung** oder **Auflösung**. Die Auflösung begleitet bisweilen auch chemische Processe. Man unterscheidet demnach **mechanische** und **chemische Auflösung**. Bei der ersteren verändert der Körper nichts als seine Form (seinen Aggregatzustand), bei der zweiten aber seinen Stoff oder seine Zusammensetzung und daher alle seine Eigenschaften. Löst man z. B. Kochsalz oder Eisenvitriol in Wasser auf, so erhält man beim Abdampfen diese Salze wieder unverändert. Löst man aber Eisen in Schwefelsäure auf, so erhält man beim Abdampfen nicht das Eisen wieder, sondern ein Salz, den Eisenvitriol. Wodurch unterscheidet sich die mechanische von der chemischen Auflösung.

Wenn eine Flüssigkeit so viel von einem festen Körper aufgelöst hat, als sie kann, so heißt sie **gesättigt**. Meistens nimmt die Auflöslichkeit durch die Wärme zu, d. h. die Körper brauchen weniger Lösungsmittel, weniger Wasser u. dgl. Bei manchen, wie beim Kochsalz ist sie bei jedem Wärmegrad fast ganz gleich. Bei wenigen wird sie durch stärkere Erhitzung gemindert.

Auch zwischen luftartigen und festen Körpern findet Adhäsion statt. Daher können Papier, Kleider und andere Körper verschiedene Gerüche annehmen. Die Aufnahme von Gasen durch tropfbare Flüssigkeiten oder feste Körper heißt **Absorption**. Poröse Körper, d. h. solche, welche sehr viele kleine hohle Räume oder Poren enthalten, wie Kohle, Papier, Gewebe verdichten dabei die Gase, so daß sie das Vielfache ihres eigenen Volums davon absorbiren. Körper, wie z. B. Haare, Leim, Darmseiten, welche Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, heißen **hygroskopisch**. Hygroskopische Körper, welche wie die Pottasche so viel Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, daß sie sich darin auflösen, heißen **zerfließlich**.

Imponderabilien,

oder unwägbare Stoffe heißen Licht, Wärme Elektricität und Magnetismus, weil sie kein Gewicht haben, d. h. weil ein Körper nicht an Gewicht zunimmt, wenn er beleuchtet, erwämt, elektrisirt oder magnetisirt wird. Man hat jedoch die Imponderabilien noch niemals an und für sich, sondern nur an Körpern wahrgenommen, d. h. wir kennen z. B. keine Wärme anderswo, als an einem warmen Körper, am warmen Ofen, in der warmen Luft u. s. w. Die Imponderabilien sind daher wahrscheinlich keine Körper, sondern wie die Schwere, Cohäsion und Adhäsion blose Eigenschaften der Körper, die sie aber nicht immer, sondern nur unter gewissen Umständen in wahrnehmbarem Grade besitzen.

Licht ist die Eigenschaft der Körper, welche in unserem Auge das Gefühl des Sehens bewirkt. Die Körper lassen es entweder durch sich hindurchgehen und heißen dann durchsichtig, oder nicht, sie sind undurchsichtig, oder nur wenig, und sind dann durchscheinend oder trüb. Wenn es von einem dünneren Körper, z. B. aus der Luft in einen dichteren z. B. Glas in schiefer Richtung übergeht, so wird es von seinem Wege abgelenkt oder **gebrochen**. Die meiste lichtbrechende Kraft besitzen brennbare Körper, wie Wasserstoffgas, Weingeist, Diamant, weniger Wasser, Säuren, Salze und Brechung des Lichtes.

am wenigsten Glas, Steine u. dgl. Manche spalten den einfallenden Lichtstrahl in zwei. So zeigt z. B. der isländische Kalkspath oder Doppelspath doppelte Lichtbrechung, d. h. man sieht dahinter gehaltene Gegenstände doppelt.

Zerstreuung des Lichtes.

Jede Brechung des Lichtes ist auch von einer **Zerstreuung** desselben begleitet, d. h. der weiße Lichtstrahl wird in 7 farbige zerlegt, wie wir sie im Regenbogen oder beim Durchgange des Lichtes durch ein dreieckiges gläsernes Prisma am deutlichsten sehen: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Die Erscheinung dieser 7 Farben heißt **Spectrum.**

Spectralanalyse.

Die Verbindungen gewisser Metalle und Nichtmetalle färben die Lichtflamme. Wird dieses gefärbte Licht durch das Prisma zerlegt, so erscheinen die färbigen Streifen des Spectrums, welche bei der Zerlegung des weißen Lichtes ziemlich gleiche Breite haben, verändert. Sie werden zum Theil sehr schmal, oft zu bloßen Linien, bisweilen aber auch breiter. Viele Farben verschwinden ganz, so daß oft nur eine oder zwei gefärbte Linien übrig bleiben. So bleibt z. B. beim Natron nur eine gelbe und beim Lithion eine gelbe und rothe Linie übrig. Man kann dadurch die Gegenwart vieler Körper physikalisch ermitteln. Das Verfahren heißt **Spectralanalyse** und ist für diese Körper viel feiner als die chemische Analyse, weil sie Spuren von Körpern nachweist, welche chemisch nicht mehr zu ermitteln sind. Die Metalle Cäsium und Rubidium sind deshalb erst durch Spectralanalyse entdeckt worden.

Die Farben.

Körper, welche gar kein Licht durchgehen lassen, sind **undurchsichtig,** entweder werfen sie es vollständig zurück und sind dann weiß oder sie verschlucken es ganz und sind dann schwarz, oder sie werfen nur den rothen, blauen Strahl zurück und sind dann roth, blau u. s. w. Je stärker das Licht zurückgeworfen wird, um so größer der **Glanz** eines Körpers.

Bei der Verschluckung oder Absorption wird das Licht in Wärme verwandelt, daher werden besonders undurchsichtige dunkle Körper von rauher Oberfläche durch die Sonnenstrahlen erwärmt. Auch beim Durchgange in durchsichtigen Körpern wird es zum Theil in Wärme verwandelt.

Wenn Körper Licht ohne Wärme entwickeln, wie z. B. manches faule Holz oder leuchtende Thiere, so heißt dieses Leuchten **Phosphorescenz.** Entwicklung von Licht und Wärme zugleich heißt **Feuer.**

Das Licht befördert und ruft viele chemische Prozesse hervor, wie das Bleichen der Leinwand, das Abschießen mancher Farben und die Erzeugung der Lichtbilder beweist.

Am stärksten ist die chemische Wirkung des weißen Lichtes, am schwächsten die des rothen, etwas stärker wirkt Gelb und Grün. Blau und Violett wirken fast so stark wie weißes Licht. Leicht zersetzbare Substanzen lassen sich daher eben so gut in rothen Gläsern aufbewahren als in undurchsichtigen und werden in blauen oder violetten fast eben so leicht zersetzt, wie in ungefärbten.

Wärme nennt man das Gefühl, welches wir empfinden, wenn sich unser Körper oder ein Theil desselben ausdehnt. Die Abnahme oder den Mangel an Wärme bezeichnet man mit **Kälte.** Beide sind nur relative oder beziehungsweise Empfindungen, jeder Gegenstand kann nur im Vergleiche mit einem andern warm oder kalt heißen, d. h. er ist mehr oder weniger warm als ein anderer. Ein und derselbe Gegenstand ist für den warm, der ihn mit kälteren und kalt für den, der ihn mit wärmeren Händen angreift. Der Höhezustand der Wärme oder Kälte im Allgemeinen heißt die **Temperatur.** Die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht nimmt daher durch Erwärmung ab und durch Abkühlung zu.

Thermometer.

Da die Wärme die Körper ausdehnt und sich von einem Körper auf den andern fortpflanzt, so benützt man auch die Ausdehnung der Körper dazu, um die Temperatur danach zu messen. Die Instrumente zum Messen der Temperatur heißen **Thermometer** oder Wärmemesser.



7. **Das gewöhnliche Thermometer** ist eine Kugel von Glas, die sich oben in eine lange sehr enge am Ende zugeschmolzene Röhre endigt. Die Kugel ist mit Quecksilber angefüllt und der freie Raum in der Röhre ist luftleer oder wenigstens fast luftleer. Die Flüssigkeiten dehnen sich nämlich durch Erwärmung stärker aus als feste Körper und unter den Flüssigkeiten ist das Quecksilber diejenige, die sich am gleichmäßigsten ausdehnt. Man befestigt die Röhre auf eine Scale oder Gradeeintheilung von Papier, Messing, Glas 2c. Diese Eintheilungen sind verschieden. Die wichtigsten drei Thermometer sind die von Réaumur, Celsius und Fahrenheit.

Man taucht die Kugel in schmelzendes Eis und bezeichnet den Punkt, bis wohin das Quecksilber in der Röhre fällt, mit einem Strich auf der Scale, dann taucht man sie in siedendes Wasser und bezeichnet den Punkt, wohin das Quecksilber steigt, gleichfalls. Den Raum zwischen den zwei Fundamentalpunkten (Siedepunkt des Wassers und Eis-, Gefrier- oder Thaupunkt) theilte **Réaumur** in 80, **Celsius** in 100 gleiche Grade. Man trägt dann noch eine Anzahl solcher Grade unter dem Eispunkt mit dem Zirkel auf.

Der Eispunkt wird mit 0° bezeichnet und die Grade ober demselben mit + oder Wärmegraden und die unter demselben mit — oder Kältegraden. So heißt z. B. + 15° = 15 Grade Wärme und — 15° = 15 Grade Kälte.

Fahrenheit theilt den Raum zwischen dem Gefrier- und Kochpunkte des Wassers in 180, also in kleinere Grade ein. Aber er nimmt den Gefrierpunkt des Wassers nicht als Nullpunkt, sondern fängt noch 32° weiter unten zu zählen an, so daß der Wassersiedepunkt bei ihm mit 212° bezeichnet ist.

Die Umwandlung der Grade des einen Thermometers in die eines andern geschieht durch eine einfache Proportion. Z. B. 15° C. sollen umgewandelt werden in Grade von Réaumur. 100 : 80 = 15 : x oder verkleinert 5 : 4 = 15 : x oder x ist = 12, d. h. die Celsius'schen Grade werden mit 4 multiplicirt und 5 dividirt und die von Réaumur werden mit 5 multiplicirt und mit 4 dividirt. Umwandlung der Grade von Celsius, Réaumur und Fahrenheit.

Die Grade von Fahrenheit verhalten sich zu den andern wie 9 : 5 : 4. Um Grade nach Fahrenheit in Grade nach Réaumur zu verwandeln, muß man 32 abziehen, dann mit 4 multipliciren nnd mit 9 dividiren.

Für das gewöhnliche Leben ist in Süddeutschland das Thermometer von Réaumur gebräuchlich, dagegen in vielen Büchern, ferner in Norddeutschland und in Frankreich das von Celsius, in England und America das von Fahrenheit. Die Anfangsbuchstaben R., C. oder F. werden immer zu der Zahl der Grade gesetzt. In den chemischen Lehrbüchern, wo dieses nicht geschieht, braucht man nur beim Wasser nachzusehen, ob sein Siedepunkt zu 80 oder 100° angegeben ist. In diesem Buche sind die Temperaturgrade nach Réaumur angegeben.

Das Quecksilberthermometer ist nur von—31° R. bis+285° R. brauchbar. Unter—31° R. gefriert das Quecksilber, man kann daher für niedrigere Temperaturen nur das Weingeistthermometer benützen, welches jedoch keine so genauen Angaben liefert, wie das Quecksilberthermometer.

Bei + 285° R. verdampft das Quecksilber. Man bedient sich daher für höhere Temperaturen bis zur stärksten Glühhitze anderer Instrumente, nämlich der **Pyrometer** oder Feuermesser. Die besten sind die, welche aus Pla-

tinstangen bestehen, deren Verlängerung durch Bewegung eines Zeigers gemessen wird. Weit unvollkommener, aber doch immer noch sehr häufig angewendet ist.

Das Pyrometer von Wedgewood (spr. Wedschwud). Der Thon schwindet in der Hitze durch Zusammensintern. Man formt sich daher viereckige Stücke aus Thon, welche zwischen zwei auf einer Unterlage befestigte Lineale hineinpassen. Die Lineale nähern sich nach unten einander allmälig |/. Je kleiner also ein Thonstück im Feuer geworden, desto weiter wird es zwischen den Linealen hinabfallen. Die Grade nehmen vom weitesten Theile an zu bis 300. Der Nullpunkt ist $= + 460°$ R. und $1°$ Wedgewood ist immer $= 58°$ R. Ist n die Zahl der Grade, so sind $n°$ W. $= 460 + 58 \times n°$ R. und $n°$ R. $= \frac{n - 460^0}{58}$ W.

$1°$ W. ist anfangendes Glühen, $5°$ W. Rothglühhitze, $9°$ Weißglühhitze.

Die Wärme verbreitet sich von dem Orte ihrer Entstehung aus nach allen Richtungen, bis Gleichheit der Temperatur eingetreten ist. Durch die Luft und andere durchsichtige Körper verbreitet sie sich strahlenförmig und so schnell wie das Licht, **Wärmestrahlung.** Die Menge der von einem Körper ausgestrahlten Wärme richtet sich nach seiner Oberfläche und ist um so bedeutender, je rauher, und um so geringer, je glatter dieselbe ist. Daher heizen Oefen mit rauher Oberfläche und Erhabenheiten besser, als die mit glatter Oberfläche.

Die Wärmestrahlen werden von dem Körper, auf den sie fallen, reflectirt (zurückgeworfen), besonders von glatten undurchsichtigen Körpern, z. B. den polirten Metallen, oder sie werden durchgelassen, wie von Luft, Glas, Flüssigkeiten, oder absorbirt (verschluckt). Der Kienruß absorbirt die Wärmestrahlen vollständig und strahlt die Wärme erst wieder aus, nachdem er sich selbst erwärmt hat, während die reflectirenden Körper durch strahlende Wärme gar nicht erwärmt werden.

Leitung der Wärme.

Während die Wärme durch Strahlung mit größter Schnelligkeit auf die entferntesten Körper übergehen kann, verbreitet sie sich durch die Masse eines Körpers und anderer mit ihm in unmittelbarer Berührung stehenden Körper nur langsam, **Leitung der Wärme.**

Nach der Schnelligkeit, womit die Körper die Wärme leiten, oder durch sich und auf einen anstoßenden Körper übergehen lassen, unterscheidet man **gute** und **schlechte Wärmeleiter**. Gute Wärmeleiter sind im Allgemeinen dichte, d. h. specifisch schwere Körper wie die Metalle. Schlechte Wärmeleiter sind die weniger dichten Körper, wie Luft, Wolle, Stroh, Holz. Gute Wärmeleiter fühlen sich kalt an, weil sie uns schnell Wärme entziehen, schlechte dagegen warm, weil sie uns die Wärme langsam entziehen.

Bei gleicher Temperatur enthalten verschiedenartige Körper auch ungleiche Wärmemengen. Man nennt dies die **specifische Wärme.** Die Fähigkeit eines Körpers die ihm eigenthümliche Wärmemenge aufzunehmen, heißt seine **Wärmecapacität.**

Wenn ein Körper aus einem dichteren Zustand, in einen dünneren z. B. vom festen in den tropfbarflüssigen oder gasförmigen übergeht, so bindet er eine Menge Wärme, d. h. er nimmt oft viel Wärme auf, die man dann an ihm nicht mehr wahrnimmt, es ist dies die latente oder gebundene Wärme. Wenn ein Körper beim Schmelzen oder Auflösen Wärme bindet, so muß er sie natürlich einem andern Körper entziehen, d. h. er kühlt ihn ab. Darauf beruht die Wirkung der Frostmischungen. So erniedrigt ein Gemenge von

Schnee und Kochsalz beim Schmelzen die Temperatur von 0° auf — 31° R., d. h. er bringt das Quecksilber zum Gefrieren. Gleiche Theile krystallisirtes Glaubersalz und mit ihrem gleichen Gewichte Wasser verdünnte Schwefelsäure bringen die Temperatur von + 8 auf — 24° R., können also im Sommer zur Eiserzeugung dienen.

Bei der Verdichtung der Körper wird Wärme frei. So entwickelt sich eine große Menge Wärme beim Löschen des Kalkes, weil sich das Wasser in fester Form mit dem Kalke verbindet. Schwefelsäure erhitzt sich mit Wasser, weil sie das Wasser einigermaßen verdichtet. Während viele Körper bei der Auflösung Kälte erzeugen, z. B. Glaubersalz, Salpeter, entwickeln andere Wärme, wie z. B. Pottasche; geschmolzenes Chlorcalcium entwickelt dabei Wärme, krystallisirtes Kälte, je nachdem sich durch die Verdichtung des Auflösungsmittels mehr Wärme entwickelt, als die Verflüssigung des aufgelösten Körpers Kälte erzeugt.

8.



Wenn feste Körper durch Wärme flüssig werden, so nennt man dies **Schmelzen.** Man hat zum Schmelzen eigene Gefäße, die Schmelztiegel, gewöhnlich von feuerfestem Thon von der Form wie Fig. 8. Ist der Thon mit Graphit gemengt, so heißen sie Graphittiegel. Man hat auch Schmelztiegel von Eisen, Platin, Silber, Porzellan.

Körper, welche aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand übergehen können, heißen **flüchtig,** und wenn sie dies nicht können, **feuerbeständig** oder **fix.** Die Verflüchtigung findet bei niedriger Temperatur nur an der Oberfläche statt und heißt dann **Verdunstung.**

Wird eine Flüssigkeit von unten erwärmt, so verwandelt sie sich an der erwärmten Seite in Gas. Die durch Wärme in der ganzen Masse bewirkte Verflüchtigung, heißt **Verdampfung.** Steigen die Gasblasen in die Höhe, so werden sie anfangs durch die Flüssigkeit so weit abgekühlt, daß sie selbst wieder flüssig werden. Wenn aber die ganze Flüssigkeit so weit erwärmt ist, daß sie die Gasblasen nicht mehr abkühlt, so steigen sie an die Oberfläche, die Flüssigkeit siedet. Jede Flüssigkeit hat ihren besonderen Siedepunkt, das reine Wasser siedet bei + 80° R., Meerwasser bei + 83°, gesättigte Kochsalzlösung bei 84,6°, Leinöl bei 252°, Weingeist bei 64°, Aether schon bei + 29° R., also in der warmen Hand.

Erhält eine Flüssigkeit mehr Wärme, als zum Sieden erforderlich ist, so bewirkt sie nur eine raschere Verdampfung, aber keine stärkere Erwärmung der Flüssigkeit. Will man daher einen Körper nicht über einen gewissen Punkt erhitzen, so stellt man ihn in einer Schale über ein anderes Gefäß, worin sich die Flüssigkeit befindet, welche bei dem verlangten Punkte siedet. Bäder.

9.



Man nennt die Vorrichtung ein **Bad,** und unterscheidet **Wasser**- (oder Marien-) **Oel**-, **Metallbad** u. s. w. Häufiger wendet man zu Bädern pulverförmige Körper an, welche schlechte Wärmeleiter sind, wie Sand oder Asche. Am häufigsten wird das **Sandbad** benützt, es erzielt zwar keine bestimmte Temperaturgrenze, aber es verhindert zu schnelle und wechselnde Erwärmung und ist daher besonders für Glasgefäße nöthig.

10. 11.

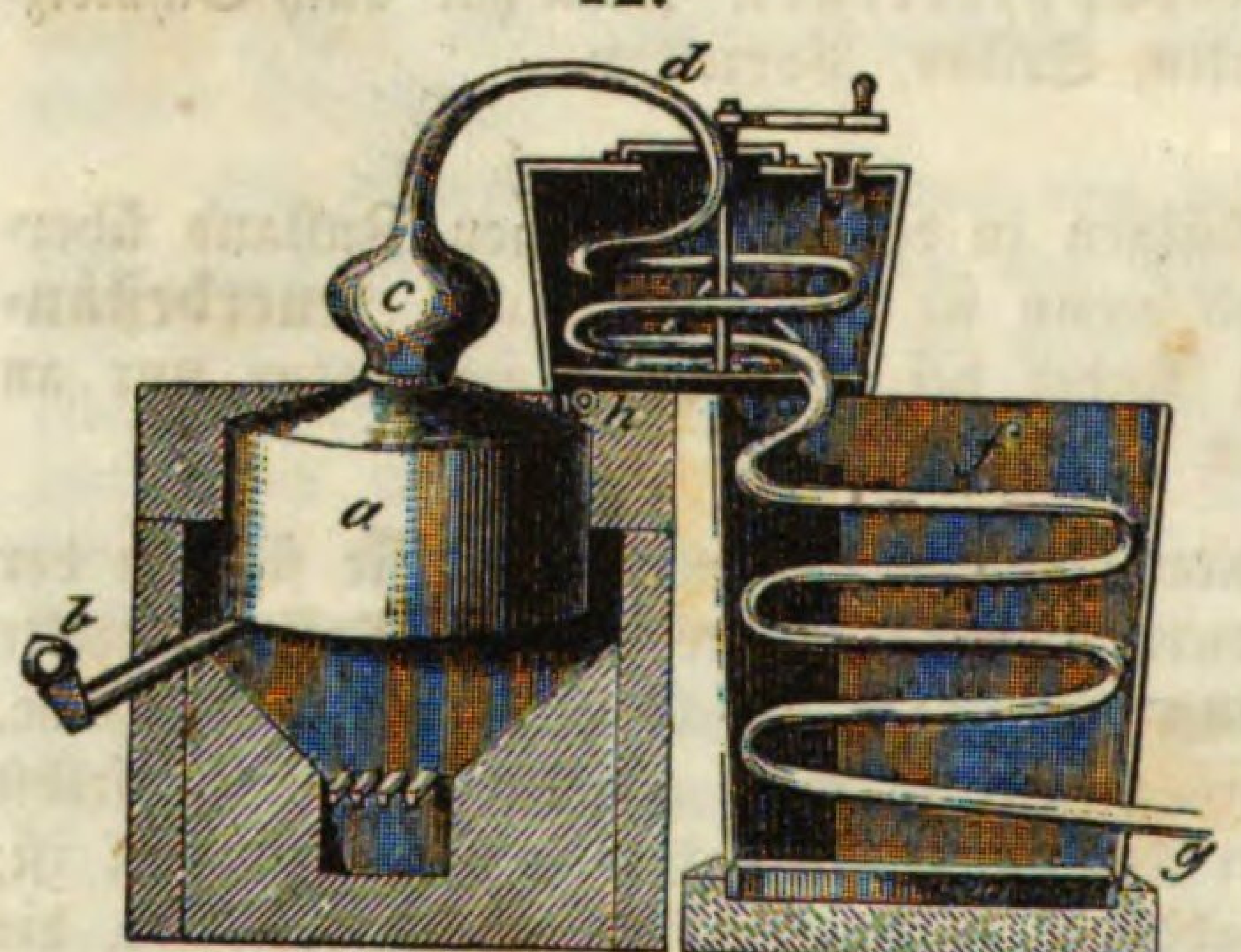



Das Erwärmen einer Flüssigkeit, oder eines Gemenges von festen und flüssigen Körpern, welches nicht bis zum Kochen geht, heißt die **Digestion** oder das **Digeriren.** Um das Verdunsten der Flüssigkeiten zu verhüten, benützt man dazu ein enghalsiges Gefäß, eine Flasche, einen Kolben oder eine Phiole.

Die Dämpfe der Flüssigkeiten werden wieder tropfbar flüssig, wenn sie mit der kalten Luft in Berührung kommen und bilden dann die Dampfwolken, welche aus sehr kleinen Tropfen bestehen, die eine Zeit lang in der Luft schweben. Auf der Oberfläche fester Körper angesammelt sieht man diese anlaufen oder schwitzen, wie z. B. die Fenster oder Kalksteinwände der Zimmer im Winter.

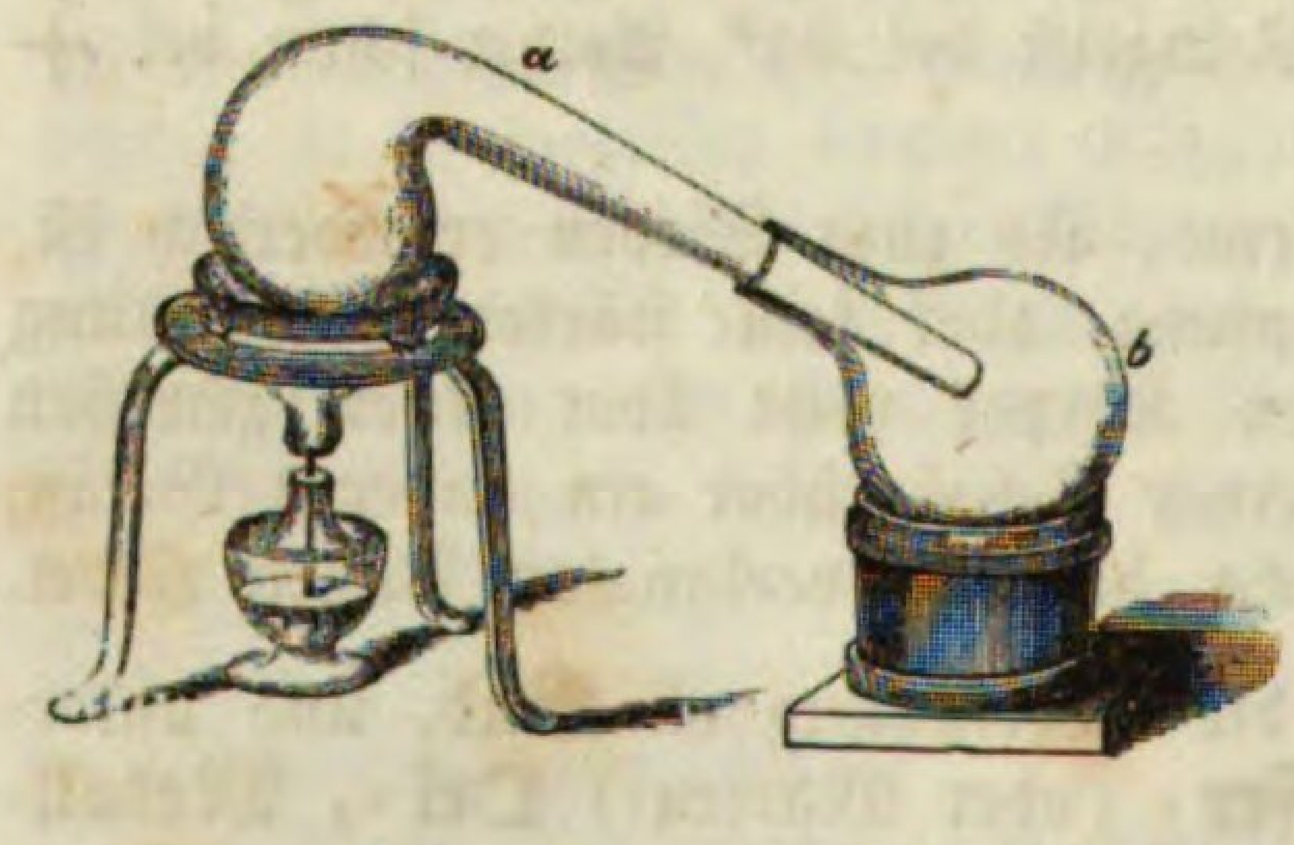
Die Destillation oder das Destilliren besteht in einer Verdampfung von Flüssigkeiten in Gefäßen, in welchen sich die Dämpfe wieder verdichten und als Flüssigkeit sammeln lassen. Die Destillation dient dazu, um flüchtige Substanzen von nicht oder weniger flüchtigen zu trennen, z. B. um wässrigen Weingeist von seinem Wasser zu befreien, da der flüchtigere Weingeist bei einer Temperatur verdampft, wo das Wasser noch nicht kocht.

12.



Zum Branntweinbrennen hat man kupferne Destillirblasen. Die einfachsten bestehen aus dem Blasenkessel a mit dem Abzugrohr b zum Ablassen der Schlempe und dem Helm c. Das Helmrohr d windet sich durch den Vorwärmer e (um den Branntwein abzukühlen und zugleich die Maische vorzuwärmen) und von da durch das Kühlfaß. Der Branntwein wird bei g aufgefangen. Durch den Hahn h wird neue Maische in den Kessel gelassen.

13.



Für Destillationen im Kleinen, oder bei Flüssigkeiten, welche Metall angreifen, z. B. Säuren, bedient man sich einer Retorte. Die **Retorten** sind Kolben, deren Hals a abwärts gebogen ist und gewöhnlich aus Glas.

14.



Sie haben häufig einen Tubulus (**tubulirte** Retorten), d. h. eine mit einem Glasstöpsel geschlossene Oeffnung an der Wölbung, zum Nachfüllen während der Destillation. Das Gefäß, welches zum Auffangen der übergehenden Flüssigkeit dient, eine Flasche, Krug oder Kolben (Fig. 13. b), heißt **Recipient.**

Wenn ein trockener Körper z. B. Holz durch Destillation ohne Zusatz von Flüssigkeit, ein flüssiges Product liefert, so nennt man dies **trockene Destillation.** Erhält man aber durch Verdampfung einen festen Körper als Product, so heißt diese Operation die Sublimation oder das **Sublimiren** und das Product das **Sublimat.** Ist Letzteres sehr feinpulverig, so heißt es oft, wie beim Schwefel, Blumen oder Blüten. Das Sublimat wird im Kleinen in dem oberen Theile einer Flasche oder eines Kolbens, im Großen in großen Kammern aufgefangen.

Elektricität.

Wenn man Bernstein (lateinisch Electrum) oder ein anderes Harz (Siegellack) reibt: so ziehen sie leichte Körper z. B. ganz kleine Papierstücke aus der Ferne an, stoßen sie aber nach einiger Zeit wieder ab. Man hat den Zustand, in welchem ein geriebener Körper andere Körper anzieht, **Elektricität** genannt.

Da später Galvani die Entdeckung machte, daß manche Körper schon durch blose Berührung elektrisch werden, so unterscheidet man **Reibungs-** und **Berührungselektricität** oder **Galvanismus.** Beide sind zwar auf verschiedene Weise entstanden, wesentlich aber einerlei.

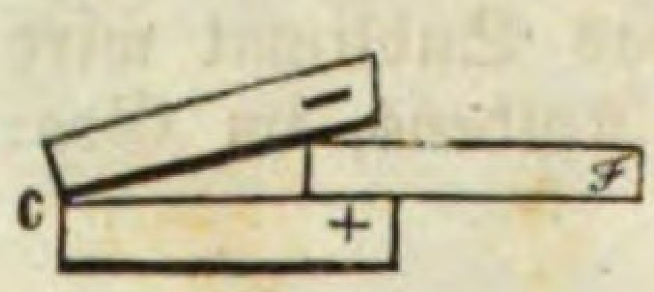
So wie die Wärme, suchen die Körper auch die Elektricität andern Körpern mitzutheilen. Einige Körper wie die Metalle und Flüssigkeiten thun dies sehr schnell und heißen deshalb **gute Leiter der Elektricität,** andere langsam oder fast gar nicht und heißen daher **schlechte Leiter,** Nichtleiter oder Isolatoren, wie Glas, Harz, Schwefel, Seide, trockene Luft. Sie nehmen die Elektricität nur an der Stelle an, wo sie ein elektrischer Körper berührt und theilen sie auch nur von dieser Stelle aus wieder mit. Den Uebergang von den guten zu den schlechten Leitern bilden die Halbleiter. Ein Körper, der von allen Seiten mit Nichtleitern umgeben ist, heißt isolirt (vom italienischen Isola Insel).

Die Verschiedenartigkeit der verschiedenen Körper wird durch die Elektricität noch erhöht. Man hat daher, obgleich die Elektricität immer dieselbe ist, zwei Arten der Elektricität angenommen, weil sie sich in verschiedenen Körpern auch auf verschiedene Weise äußert. Körper von gleicher Elektricität stoßen sich ab, Körper von entgegengesetzter ziehen sich an. Theilt man z. B. die Elektricität einer mit Wolle geriebenen Siegellackstange einem an einem Seidenfaden aufgehängten Korkkügelchen mit, so wird dies nachher vom Siegellack abgestoßen, dagegen von einer geriebenen Glasstange angezogen. Entsprechende Mengen entgegengesetzter Elektricitäten heben einander auf. Man heißt die Glaselektricität in andern Körpern gewöhnlich positive, die Harzelektricität (des Siegellacks) negative Elektricität und bezeichnet erstere mit + E, letztere mit — E.

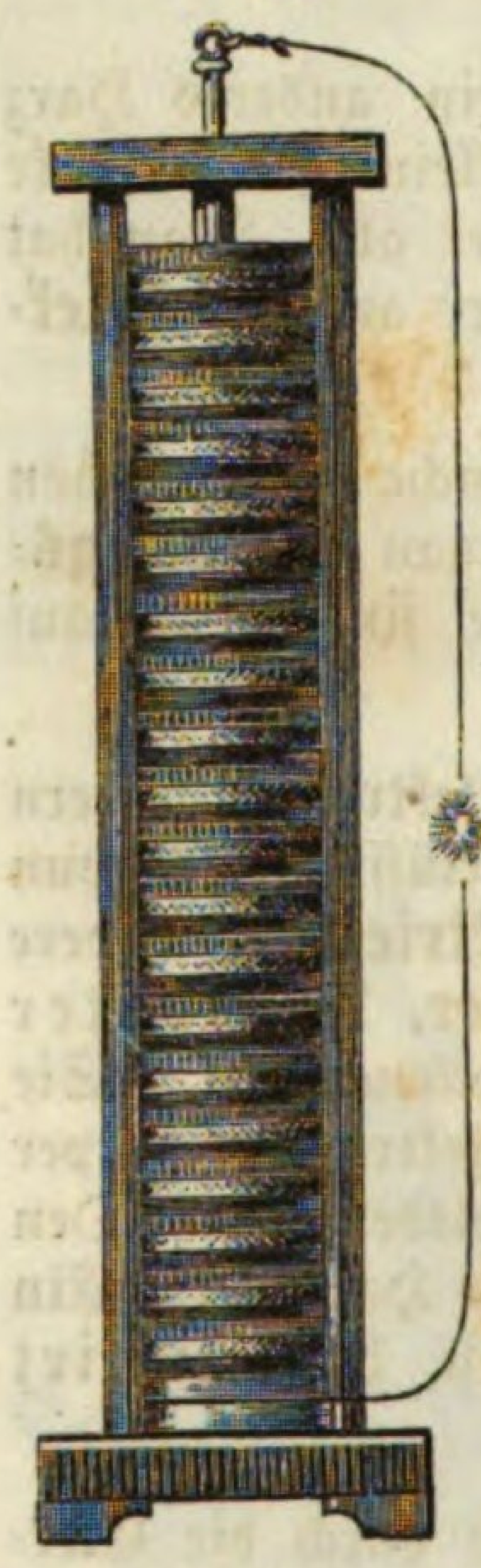
Die Berührungselektricität oder der Galvanismus tritt ein, wenn zwei isolirte verschiedenartige Leiter, z. B. eine mit gläserner Handhabe versehene Zink- und Kupferscheibe einander genähert und sogleich wieder entfernt werden. Die Zinkscheibe zeigt dann + E, die Kupferscheibe — E. Das Kupfer zeigt jedoch nur gegen manche Metalle — E, gegen andere, z. B. Silber, Gold, + E, das Silber zeigt gegen Kupfer — E, gegen Gold aber + E. Man kann also nicht absolut sagen, ein Metall zeige z. B. + E, oder sei positiv elektrisch, sondern dies ist blos relativ, d. h. es kommt auf

das andere Metall an, mit dem es in Berührung tritt. Unter den gewöhnlichen Metallen ist das Zink gegen alle übrigen elektropositiv, das Platin gegen alle elektronegativ.

15.



16.



Wenn sich zwei ungleichartige Metalle an einem Punkte c berühren und an einem andern Punkte durch eine Flüssigkeit F in leitender Verbindung stehen, so entsteht durch die fortwährend in c erregte, durch F aber wieder ausgeglichene oder aufgehobene Elektricität ein anhaltender elektrischer Kreislauf oder **elektrischer Strom.** Die beiden Metalle heißen Elektromotoren. Die Verbindung von Elektromotoren durch eine leitende Flüssigkeit heißt **galvanische Kette.** Eine Verbindung mehrerer galvanischen Ketten bildet die **galvanische Batterie.** Die bekannteste galvanische Batterie ist die Volta'sche Säule. Sie entsteht, wenn man eine Scheibe von Kupfer, etwa so groß wie ein Thaler, auf eine Zinkscheibe löthet, eine mit Salzwasser befeuchtete Filzscheibe darauf legt und dies 20 bis 100mal wiederholt, so daß sie eine Säule bilden, welche mit einer Zinkplatte anfängt und mit einer Kupferscheibe aufhört.

Die unterste Zinkplatte heißt der **positive Pol** oder Zinkpol, die oberste Kupferplatte der **negative** oder Kupferpol. Ist die Säule isolirt, so nimmt die Elektricität von der Mitte nach den beiden Polen hin zu. Befestigt man an jedem Pol einen Draht, gewöhnlich von Kupfer, und bringt diese Poldrähte in eine Flüssigkeit, so wird diese, sowie ein darin aufgelöster Körper in seine Bestandtheile zerlegt, indem der elektronegative Bestandtheil sich an den positiven Pol der Säule und der elektropositive Bestandtheil sich an den negativen Pol begiebt.

Die chemischen Eigenschaften der Körper.

Die chemischen Eigenschaften der Körper beruhen auf ihrer Zusammensetzung und treten nur in dem Augenblicke auf, wo sich ein einfacher Körper mit einem anderen verbindet, oder ein zusammengesetzter Körper in einfache Stoffe zerlegt wird.

Die Körper sind einander entweder gleichartig, oder ungleichartig. **Gleichartig** sind Körper, wenn sie aus einem und demselben Stoffe bestehen und **ungleichartig,** wenn jeder aus einem andern Stoffe besteht. Eine hölzerne Bank z. B. und ein hölzerner Tisch sind nur der Form nach verschieden, dem Stoffe nach aber gleich, also gleichartige Körper, ein steinerner und ein hölzerner Tisch sind, obgleich von einerlei Form, doch dem Stoffe nach verschieden, also ungleichartige Körper.

Aber nicht blos zwei oder mehrere Körper sind einander gleichartig, sondern es kann auch wieder jeder einzelne Körper an sich entweder gleichartig oder ungleichartig sein.

Gleichartig heißt der Körper, dessen Theile sämmtlich aus einem und demselben Stoffe bestehen, ungleichartig dagegen der, dessen Theile aus verschiedenen Stoffen bestehen. Die Kreide ist ein gleichartiger Körper; jeder

Theil, den man davon trennt, ist Kreide, alle Theile bestehen also aus demselben Stoff. Der Mörtel dagegen ist ein ungleichartiger Körper; man sieht deutlich, daß er aus zwei verschiedenen Stoffen, aus Kalk und Sand besteht.

Wodurch unterscheiden sich gleichartige Theile von ungleichartigen?

Viele Körper können aber, wenn sie auch gleichartig sind, in ungleichartige Theile zerlegt werden. Die Zerlegung gleichartiger Körper in ungleichartige Theile geschieht aber nur durch chemische Mittel, während sie in gleichartige Theile durch mechanische Mittel zerlegt werden können. Die Kreide kann durch mechanische Mittel, wie Zerstoßen, Zerschneiden, Zerreiben in gleichartige Theile d. h. in kleinere Kreidestücke getheilt werden. Die ungleichartigen Theile aber, aus denen sie zusammengesetzt ist, sind Kalkerde und Kohlensäure. Erstere ist ein fester Körper und letztere eine Luftart, die sich auch aus gährenden Flüssigkeiten und Mineralwassern entwickelt. Das chemische Mittel, um die Kreide in Kalkerde und Kohlensäure zu zerlegen, besteht darin, daß man sie mit einer stärkeren Säure, z. B. Schwefelsäure zusammenbringt. Diese treibt die Kohlensäure aus und verbindet sich selbst mit der Kalkerde.

Diejenigen gleichartigen Körper, welche sich nicht in ungleichartige zerlegen lassen, heißen **einfache Stoffe,** Grundstoffe oder chemische **Elemente.** Wir kennen bis jetzt 64 Elemente. Man theilt sie in 2 Classen, in Nichtmetalle und Metalle.

Wodurch unterscheiden sich die Nichtmetalle von den Metallen?

Die Nichtmetalle	Die Metalle
leiten die Wärme schlecht und die Elektricität gar nicht. Sie haben ein geringes specifisches Gewicht, und in der Regel keinen metallischen Glanz.	leiten Elektricität und Wärme gut, haben ein bedeutendes spec. Gewicht und einen metallischen Glanz.
Ihre Oxyde bilden nur Säuren und indifferente Stoffe.	Sie bilden auch Salzbasen.
Die Nichtmetalle sind: der Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, das Chlor, Brom, Jod, Fluor, der Schwefel, das Selen, der Phosphor, das Bor und der Kiesel.	Alle übrigen Elemente sind Metalle.

Die Metalle zerfallen in Leicht- und Schwermetalle. Nur Letztere sind das, was man im gewöhnlichen Leben Metalle nennt. Daher nannte man die Leichtmetalle auch Metalloide, d. h. metallähnliche Körper.

Die Leichtmetalle	Die Schwermetalle
haben ein specifisches Gewicht unter 5.	haben ein specifisches Gewicht über 5.
Sie verlieren ihr metallisches Aussehen sehr bald an der Luft und vermögen so wenig für sich zu bestehen, daß sie in der Natur gar nicht für sich vorkommen.	Behalten ihren Glanz lange und viele kommen für sich in der Natur vor.
Sie heißen: Kalium, Natrium, Lithium; Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium; Aluminium, Beryllium, Zirconium, Thorium, Yttrium, Erbium, Terbium.	Die übrigen Metalle sind die Schwermetalle (s. S. 26 und 27).

Wenn sich zwei ungleichartige Körper zu einem neuen gleichartigen Körper verbinden, so nennt man dies **chemische Verbindung** oder Mischung, zum Unterschiede von der Mengung, welche entsteht, wenn un-

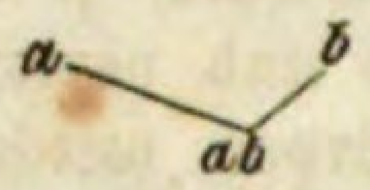
gleichartige Körper sich blos neben und über einander legen, ohne gleichartig zu werden, d. h. sie bilden einen ungleichartigen Körper oder ein Gemenge.

Mengt man z. B. Schwefelpulver und Kohlenpulver, oder schmilzt man Schwefel mit Kohlenpulver zusammen, so giebt dies ein Gemenge, einen ungleichartigen Körper. Man sieht schon mit dem blosen Auge, oder wenigstens mit dem Vergrößerungsglase, daß Schwefel- und Kohlenstückchen neben einander liegen, oder oberflächlich zusammenhängen. Leitet man dagegen die Dämpfe des Schwefels durch eine Röhre mit glühenden Kohlen, so verbinden sich beide chemisch, man erhält einen ganz neuen und gleichartigen Körper, eine wasserhelle Flüssigkeit von starkem und unangenehmem Geruche, die sehr flüchtig ist.

Die Körper verbinden sich um so leichter und fester mit einander, je einfacher und je ungleichartiger sie einander sind. Die Neigung oder die Fähigkeit der Körper, sich chemisch mit einander zu verbinden, nennt man chemische **Verwandtschaft** oder Affinität. Man unterscheidet folgende Arten der Verwandtschaft:

Chemische Gesetze.

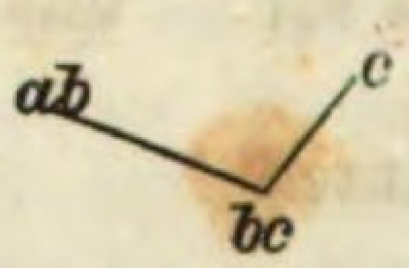
1) Einfache oder mischende Verwandtschaft. Ein Körper verbindet sich mit einem andern, ohne daß einer von beiden dabei zersetzt wird.



a verbindet sich mit *b* zu *ab*, z. B. Kalkerde und Schwefelsäure zu schwefelsaurer Kalkerde.

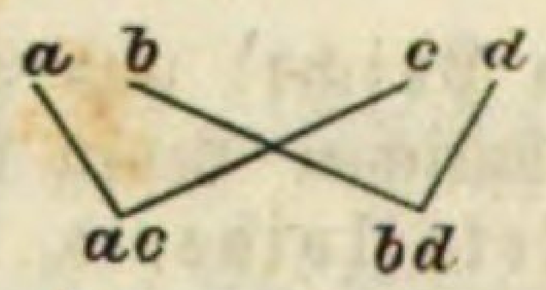
2) Wahlverwandtschaft. Die Körper vertauschen ihre Bestandtheile gegen andere, wählen sich gleichsam andere aus. Sie zerfällt in:

a. Einfache Wahlverwandtschaft, wenn nur eine Zersetzung dabei stattfindet, so daß sich ein Körper mit einem Bestandtheile einer Verbindung vereinigt und den andern für sich zurückläßt.



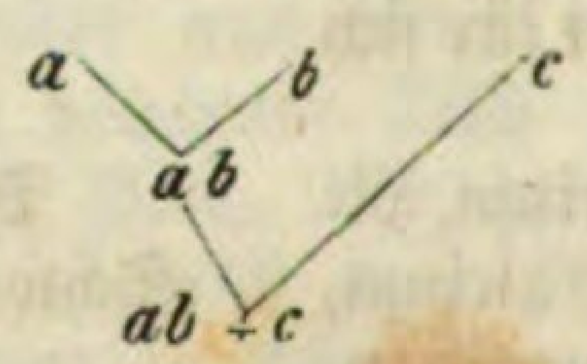
z. B. Schwefelquecksilber (Zinnober) mit Eisenfeile erhitzt, gibt Schwefeleisen und Quecksilber wird ausgeschieden.

b. Doppelte Wahlverwandtschaft, wenn zwei Verbindungen zersetzt werden, wobei sich jeder Bestandtheil der einen Verbindung mit einem Bestandtheil der andern vereinigt.



z. B. durch Mischen von schwefelsaurem Ammoniak und salpetersaurem Kali entsteht salpetersaures Ammoniak und schwefelsaures Kali.

3) Prädisponirende oder vorbereitende Verwandtschaft. Ein Körper veranlaßt Verwandtschaft zwischen zwei anderen, weil er zu der aus beiden entstehenden Verbindung Verwandtschaft hat.



z. B. der Stickstoff und Sauerstoff der atmosphärischen Luft haben keine so große Verwandtschaft zu einander, daß sie sich zu Salpetersäure verbinden. Wirkt aber Kali mit, welches große Verwandtschaft zu Salpetersäure hat, so verbinden sich jene zu Salpetersäure und diese mit Kali zu salpetersaurem Kali.

4) Katalytische Verwandtschaft. Ein Körper veranlaßt Ver-

wandtschaft zwischen zwei andern, ohne daß er sich mit der entstehenden Verbindung vereinigt. So veranlaßt z. B. Platin Verwandtschaft zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, so daß sich diese zu Wasser verbinden.

Die Körper verbinden sich chemisch nur dann, wenn sie auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehen, d. h. Einfache nur mit Einfachen, Zusammengesetzte mit Zusammengesetzten. Ferner verbinden sich die Körper nur bei unmittelbarer Berührung. Daher muß in der Regel wenigstens Einer flüssig sein.

Die Körper verbinden sich endlich immer nur in bestimmten Mengen. Wird von dem einen oder andern Körper zu viel zugesetzt, so bleibt der Ueberschuß frei und geht nicht in die Verbindung ein.

Das Gewicht des einen oder andern Körpers, oder beide können sich (Stöchiometrie.) aber auch 2fach, 3fach, überhaupt als ein Vielfaches in ganzen Zahlen mit einander verbinden.

Die Zahlen dieser Gewichte heißen **Mischungsgewichte,** Atomgewichte oder chemische Aequivalente und die Lehre von den Mischungsgewichten heißt **Stöchiometrie.**

Um das Mischungsgewicht eines Körpers zu finden, zersetzt man eine (Wie findet man das Mischungsgewicht eines Körpers?) Verbindung, worin der Körper, dessen MG gesucht wird, mit demjenigen verbunden ist, dessen MG schon bekannt ist, oder wenn noch gar kein MG bekannt wäre, dessen MG man als Einheit annehmen will und setzt die Proportion an: das Procentgewicht des Körpers, dessen MG bekannt ist, verhält sich zu dem Procentgewicht des Körpers, dessen MG gesucht wird, wie das MG des Ersteren zu x.

So findet man z. B. daß 100 Theile Wasser bestehen aus 11,14 Procenten Wasserstoff und 88,88 Sauerstoff und 100 Theile Bleioxyd aus 92,857 Blei und 7,170 Sauerstoff.

In 100 Theilen einer Verbindung von Sauerstoff mit Wasserstoff sind also 88,88 Gewichttheile Sauerstoff enthalten, dagegen in 100 Theilen einer Verbindung desselben mit Blei nur 7,170 und so ist die Procentzahl des Sauerstoffes und überhaupt jedes Körpers in jeder Verbindung eine andere. Setzt man aber das MG eines Körpers als Einheit und bringt das aller anderen Körper damit in Verhältniß, so erhält jeder Körper eine Zahl, die nicht blos für seine Verbindung mit *einem*, sondern mit allen andern Körpern gilt. Als Einheit nehmen Einige den Wasserstoff an, weil er das kleinste MG hat, Andere den Sauerstoff, weil sich dadurch wegenseines häufigen Vorkommens die Rechnungen sehr vereinfachen. Doch wird jetzt immer allgemeiner der Wasserstoff als Einheit angenommen und dieser Annahme wird auch hier gefolgt.

$11,12 : 88,88 = 1 : x; x = 8$. — 8 ist nicht blos das Gewicht des Sauerstoffes, welches sich mit 1 Gewichttheil Wasserstoff verbindet, sondern auch mit den Mischungsgewichten aller übrigen Elemente, die man ebenso erhält.

Das MG der zusammengesetzten Körper erhält man, wenn man die Mischungsgewichte ihrer Bestandtheile addirt. So ist also z. B. das MG des Wassers $= 1 + 8 = 9$.

Der Nutzen der Stöchiometrie besteht darin:

1) Wenn man die Mischungsgewichte der Elemente im Gedächtnisse hat, so kann man daraus leicht die Zusammensetzung aller zusammengesetzten Körper, also aller Naturkörper berechnen, während die *Procentzahl* eines Elementes in *jeder* Verbindung eine andere ist.

2) Man kann dadurch chemische Analysen oder Zerlegungen auf ihre Genauigkeit prüfen.

Man hat die Stöchiometrie auch wissenschaftlich zu begründen gesucht und zwar 1. durch die atomistische Theorie und 2. durch die Volumtheorie.

Atomistische Theorie heißt die Annahme, daß die Verbindung der Körper in bestimmten Gewichtmengen auf der Untheilbarkeit der Atome, d. h. der kleinsten Theile eines Körpers beruhe, welche sich nicht bis ins Unendliche, sondern nur bis zu einer gewissen Kleinheit theilen lassen.

Die Volumtheorie nimmt an, daß alle Gase bei gleicher Größe des Druckes und der Temperatur gleiche Dichtigkeit besitzen, also gleiche Volume auch gleich viel Atome enthalten, so daß die Anzahl der Volume, welche in eine Verbindung eintreten, der Zahl der zu dieser Verbindung erforderlichen Atome gleich ist. Bei der Zersetzung des Wassers erhält man einen Raumtheil Sauerstoff und 2 Raumtheile Wasserstoff. 1 ist die kleinste Gewichtmenge des Wasserstoffes, in welcher sich derselbe mit einem andern Körper verbindet. Man betrachtet daher 1 als das MG des Wasserstoffes. Da aber nach der Volumtheorie das Wasser zwei Atome Wasserstoff enthält, so setzt sie das Atomgewicht nur halb so groß als das MG, nämlich 0,5. Das Atomgewicht ist also hier 0,5 und die Atomzahl 2, da man unter Atomzahl die Zahl versteht, womit das Atomgewicht multiplicirt ist.

Später fand man jedoch durch Versuche bei manchen Körpern eine andere Dichtigkeit ihres Dampfes, als sie nach ihren Atomgewichten haben sollten. Man hat daher angenommen, die beständigsten Verbindungen zweier Körper bestehen aus gleichen Atomen beider. Während sich also die Volumtheorie das Wasser zusammengesetzt denkt aus 1 AG Sauerstoff und 2 AGG Wasserstoff, betrachten es die Gegner der Volumtheorie als zusammengesetzt aus 1 AG Sauerstoff und 1 AG Wasserstoff oder: nach den Letztern ist das AG des Wasserstoffes dem MG gleich, nach der Volumtheorie nur halb so groß, oder das MG enthält ein Doppelatom.

Chemische Zeichen. Zur Bezeichnung der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen hat man chemische Zeichen erfunden. Sie bestehen in den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen. Fangen zwei oder mehrere mit demselben Buchstaben an, so fügt man den zweiten oder irgend einen andern Buchstaben dazu, der am besten an das Wort erinnert. Da die meisten deutschen Benennungen im Lateinischen fast ebenso lauten, so hat man diejenigen lateinischen Namen zu merken, die im Lateinischen anders klingen.

Die bis jetzt bekannten 64 sind nebst ihren Atomgewichten, den Wasserstoff als Einheit genommen, folgende:

Aluminium	Al	13,6	Eisen *(Ferrum)*	F	28
Antimon *(Stibium)*	Sb	120,3	Erbium	Er	?
Arsenik	As	75	Fluor	F	19
Baryum	Ba	68,6	Gold *(Aurum)*	Au	196
Beryllium	Be	7	Jod	I	127
Blei *(Plumbum)*	Pb	103,5	Iridium	Ir	98,6
Bor	B	11	Kalium	K	39
Brom	Br	80	Kiesel *(Silicium)*	Si	14
Cadmium	Cd	56	Kobalt	Co	29,4
Cäsium	Cs	133	Kohlenstoff *(Carboneum)*	C	6
Calcium	Ca	20			
Cerium	Ce	46	Kupfer *(Cuprum)*	Cu	31,7
Chlor	Cl	35,5	Lanthan	La	46
Chrom	Cr	26,2	Lithium	Li	7
Dian	Di	?	Magnesium	Mg	12
Didym	D	48	Mangan	Mn	27

Molybdän	Mo	46	Stickstoff *(Nitrogenium)*	N	14
Natrium	Na	23	Strontium	Sr	43,9
Nickel	Ni	29,4	Tantal	Ta	68,8
Niobium	Nb	48,9	Tellur	Te	64,5
Osmium	Os	100	Terbium	Tr	?
Palladium	Pd	53	Thallium	Tl	?
Phosphor	P	31	Thorium	Th	59,5
Platin	Pt	99	Titan	Ti	25
Quecksilber *(Hydrargyrum)*	Hg	100	Uran	U	60
Rhodium	Rh	52	Vanadium	V	68,5
Rubidium	Rb	86	Wasserstoff *(Hydrogenium)*	H	1
Ruthenium	Ru	52	Wismuth	Bi	208
Sauerstoff *(Oxygenium)*	O	8	Wolfram	W	92
Schwefel	S	16	Yttrium	Y	34
Selen	Se	39,5	Zink	Zn	32,5
Silber *(Argentum)*	Ag	108	Zinn *(Stannum)*	Sn	59
			Zirconium	Z	33,5

Chemische Formeln. Die Verbindungen, welche die einfachen Stoffe mit einander eingehen, bezeichnet man dadurch, daß man die Zeichen der einfachen Stoffe neben einander schreibt. Man heißt diese zusammengesetzten Zeichen **Formeln.** So bezeichnet z. B. HO die Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff, nämlich das Wasser; HCl die des Wasserstoffes mit dem Chlor.

Wenn keine Zahl bei einem Zeichen steht, so bedeutet das ein Atom des Elementes. Sollen 2 oder mehrere Atome ausgedrückt werden, so hängt man eine kleine Ziffer unten hinter dem Zeichen an, z. B. NO_5 d. h. eine Verbindung von 1 Atom Stickstoff mit 5 Atomen Sauerstoff.

Die unmittelbare Verbindung von Elementen heißt eine Verbindung erster Ordnung, z. B. Schwefel und Sauerstoff oder Schwefelsäure, Kalium und Sauerstoff oder Kali, Aluminium und Sauerstoff oder Thonerde. Die Verbindung von zwei Verbindungen erster Ordnung heißt eine Verbindung zweiter Ordnung, z. B. Schwefelsäure und Kali oder schwefelsaures Kali, Schwefelsäure und Thonerde oder schwefelsaure Thonerde. Die Verbindung von zwei Verbindungen zweiter Ordnung heißt eine Verbindung dritter Ordnung, z. B. schwefelsaures Kali und schwefelsaure Thonerde oder schwefelsaure Kalithonerde, bekannt unter dem Namen Alaun. Am häufigsten kommen die Verbindungen erster und zweiter Ordnung vor, seltner die der dritten und am seltensten die der vierten Ordnung.

Um eine Verbindung zweiter Ordnung zu bezeichnen, setzt man die zwei Verbindungen der ersten Ordnung neben einander und verbindet sie durch ein Komma, z. B. KO, SO_3 = schwefelsaures Kali. Mehrfache Atome bezeichnet man durch eine große Ziffer vor dem Zeichen, z. B. $AlO_3 + 3\,SO_3$. Diese Ziffer gilt also für alle Zeichen, die hinter ihr stehen, bis ein Komma kommt, während die kleine Ziffer blos für das Zeichen gilt, dem sie angehängt ist. Soll sich die Zahl auf die ganze Verbindung beziehen, so wird sie eingeklammert. So heißt z. B. $2SO_3, KO$ 1 Atom zweifach schwefelsaures Kali und $2(SO_3, KO)$ heißt 2 Atome einfach schwefelsaures Kali.

Bei Verbindungen dritter Ordnung verbindet man die 2 Verbindungen zweiter Ordnung durch ein + z. B. KO , SO_3 + $\mathbf{Al}O_3$, $3SO_3$ = Alaun.

Um abzukürzen, bezeichnet man die Doppelatome dadurch, daß man einen Querstrich durch das untere Drittel des Zeichens macht, z. B. $\mathbf{Al}$ statt Al_2. Ferner bezeichnet man den Sauerstoff in Verbindungen mit Punkten, indem man so viele Punkte über das Zeichen des andern Bestandtheiles setzt, als Sauerstoffatome da sind, und zwar in solcher Ordnung, daß man sie schnell übersieht, so ist $N = NO$, $\ddot{N} = NO_2$, $\dddot{N} = NO_3$, $\ddddot{N} = NO_4$, $\overset{.....}{N} = NO_5$, $\overset{.......}{Cl} = ClO_7$.

Eben so bezeichnet man das Schwefelatom statt S häufig mit einem Strich, z. B. $\overset{\prime}{K} = KS$, $\overset{\prime\prime\prime}{K} = KS_3$, $\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{K} = KS_5$. Die Abkürzung durch Punkte und Striche gewährt eine leichtere Uebersicht. So ist z. B. die abgekürzte Formel des Alauns $\dot{K}\dddot{S} + \dddot{\mathbf{Al}}\dddot{S}_3$ statt KO, SO_3, + $\mathbf{Al}O_3$, $3\ SO_3$; diese Abkürzungen mit Punkten und Strichen können jedoch beim Schreiben leicht Versehen veranlassen und sind daher wieder außer Gebrauch gekommen.

Durch die chemische Verbindung verschwinden die Eigenschaften der verbundenen Körper und neue treten an ihre Stelle. Gleiche Eigenschaften lassen auf gleichen Stoff und gleiche Zusammensetzung schließen und ungleiche Eigenschaften auf ungleiche Zusammensetzung u. s. w. Doch finden hierbei einige Ausnahmen statt.

Manche einfache Körper können in mehreren Abänderungen von verschiedenen Eigenschaften auftreten, welche man **allotropische Abänderungen** nennt. Der Kohlenstoff tritt in 3 allotropischen Abänderungen auf: Als Diamant, Graphit (Reißblei) und Kohle. Sie haben sehr verschiedene physische Eigenschaften, aber sie sind alle drei Kohlenstoff und ihre chemischen Eigenschaften sind ganz gleich.

Isomer (gleichtheilig) heißen die Verbindungen, welche aus denselben Stoffen und in demselben Verhältnisse zusammengesetzt sind und dabei nicht blos verschiedene physische, sondern auch verschiedene chemische Eigenschaften besitzen, wie die Cyansäure und Knallsäure. **Polymer** (vieltheilig) bagegen sind Verbindungen von gleichen Bestandtheilen, wenn die relative Anzahl der Atome gleich, die absolute aber ungleich ist. So ist z. B. Stärkmehl = $H_{10}C_6O_5$ und Gummi = $H_{20}C_{12}O_{10}$.

Metamer (in den Theilen übereinstimmend) heißen zwei Verbindungen, wenn ihre Bestandtheile gleich, aber verschieden gruppirt oder vertheilt sind. So bestehen z. B. Ameisennaphtha und Holzgeist, beide aus 6 H, 6 C und 4 O, allein diese sind bei der Ameisennaphtha zu H_5C_4O, HC_2O_3 vertheilt und beim Holzgeist zu H_3C_2O, $C_4H_3O_3$.

Isomorph (gleichgestaltig) heißen verschiedene Stoffe, wenn sie in Verbindung mit denselben Mengen derselben Körper stets dieselbe Krystallform annehmen. So nehmen z. B. Phosphor und Arsenik, Phosphorsäure und Arseniksäure, mit gleichen Körpern verbunden, stets dieselbe Krystallform an. **Dimorph** (doppeltgestaltig) heißen Elemente und Verbindungen, welche in zwei Krystallformen vorkommen, die sich nicht auf eine Grundgestalt zurückführen lassen. Manche sind auch **trimorph** (dreigestaltig).

Die Stoffe, welche man bei der chemischen Zersetzung eines Körpers erhält, heißen Educte, wenn sie schon als solche in dem zersetzten Körper enthalten waren, und Producte, wenn sie erst bei der Zersetzung aus den Bestandtheilen des zersetzten Körpers entstehen. So ist z. B. bei der Zer-

setzung des Zinnobers oder Schwefelquecksilbers das freiwerdende Quecksilber ein Educt und das entstehende Schwefeleisen ein Product.

Die Bewegung, welche chemische Verbindungen und Zersetzungen oder Trennungen veranlaßt, heißt **chemischer Proceß** (Vorgang). Fragt man z. B. worin der chemische Proceß bei der Zersetzung des Zinnobers besteht, so ist die Antwort: Das Eisen hat eine größere Verwandtschaft zum Schwefel als Quecksilber, es verbindet sich deshalb damit und das Quecksilber wird frei.

Die Erscheinungen, welche einen chemischen Proceß begleiten, sind zweierlei: a. solche, die unmittelbar nach dessen Beendigung eintreten und in der Veränderung der Eigenschaften bestehen und b. solche, die schon mit dem Beginne des Processes eintreten. Am häufigsten kommen vor: 1. Wärmeentwicklung, welche sich bisweilen bis zur Feuererscheinung steigert, wie bei jeder Verbrennung, häufig aber unmerklich schwach ist. 2. Die **Verpuffung** (Detonation), wie bei der Entzündung des Schießpulvers in einem geschlossenen Raum. Sie heißt **Explosion,** wenn Zerstörungen damit verbunden sind. 3. Das **Aufbrausen** bei Entwicklung eines Gases aus einer Flüssigkeit. 4. Die **Fällung** oder **Präcipitation,** welche entsteht, wenn sich ein auflöslicher Körper mit einem andern auflöslichen zu einem unauflöslichen verbindet, oder wenn aus einer auflöslichen Verbindung ein Bestandtheil als unauflöslich ausgeschieden wird.

Erscheinungen beim chemischen Processe.

Der Inbegriff aller Erscheinungen, welche auftreten, wenn man auf einen Körper chemisch wirkt, heißt **chemische Reaction** (Rückwirkung). Reaction oder **Reagiren** heißt aber auch die chemische Einwirkung selbst, wenn sie zum Zweck hat, diejenigen chemischen Eigenschaften an einem Körper hervorzurufen, welche außer ihm kein oder nur wenig andere Körper zeigen, also die chemische Einwirkung, welche dazu dient, einen Körper als solchen zu erkennen. Der Stoff, welcher dazu dient, einen gewissen Körper zu erkennen, heißt **Reagens,** in der mehrfachen Zahl Reagentien.

Wie alle chemischen Operationen, so theilt man auch die chemischen Reactionen in solche auf nassem und solche auf trocknem Wege. Erstere geschehen unter Beihilfe von Flüssigkeit, letztere ohne Flüssigkeit mit Hilfe des Feuers, durch Schmelzung, Verflüchtigung u. s. w. Die Reactionen auf nassem Wege bestehen meistens in einer Präcipitation oder Bildung eines Niederschlages. Bei dem ausgeschiedenen Körper oder Präcipitat hat man auf die Farbe und Form zu achten, d. h. er ist pulverig, körnig oder krystallinisch, flockig, gallertartig. Bisweilen ändert sich blos die Farbe der Flüssigkeit selbst. Die Reactionen auf trocknem Wege werden mit dem Löthrohre vorgenommen und bestehen in Schmelzung, Verflüchtigung, Bildung eines farblosen oder gefärbten Glases, Färbung der Flamme u. s. w.

17.



Eintheilung der chemischen Bestandtheile.

Die ungleichartigen Theile eines Körpers heißen seine **Bestandtheile,** weil er aufhört zu bestehen, wenn man einen derselben wegnimmt.

Man unterscheidet an jedem Körper einen elektropositiven Bestandtheil und einen elektronegativen. Als positiven betrachtet man denjenigen, welchen der negative Pol einer galvanischen Säule anzieht und als negativen den, der sich am positiven Pol derselben ausscheidet. Es kann

Elektropositive und elektronegative Bestandtheile.

also ein und derselbe Stoff in einer Verbindung der positive, und in einer andern der negative Bestandtheil sein, je nachdem der andere Bestandtheil mehr oder weniger elektronegativ ist, als er selbst. Man hat hienach die Elemente in eine **elektrochemische Reihe** geordnet. In dieser Reihe verhält sich jeder Stoff gegen alle vorhergehenden elektropositiv. Der erste ist demnach gegen alle negativ, der letzte gegen alle positiv, und der Gegensatz — also die Verwandtschaft — ist um so größer, je weiter zwei Stoffe hier auseinander stehen.

Sauerstoff	Antimon	Nickel
Schwefel	Kiesel	Eisen
Stickstoff	Wasserstoff	Zink
Fluor	Gold	Mangan
Chlor	Platin	Uran
Jod	Quecksilber	Aluminium
Phosphor	Silber	Magnesium
Arsenik	Kupfer	Calcium
Chrom	Wismuth	Strontium
Molybdän	Zinn	Baryum
Bor	Blei	Natrium
Kohlenstoff	Kobalt	Kalium

Der elektropositive Bestandtheil einer Verbindung erster Ordnung heißt **Radical**, der elektronegative **Zünder**. So ist z. B. der Schwefel das Radical und der Sauerstoff der Zünder der Schwefelsäure.

Der elektropositive Bestandtheil einer Verbindung zweiter Ordnung heißt **Basis** oder Base (Grundlage) und der negative **Säure**. Zeigt ein Körper weder den Charakter einer Basis, noch einer Säure, so heißt er ein **indifferenter** Körper.

Die Säuren bilden mit den Basen Salze, allein es giebt auch einige Elemente, welche durch unmittelbare Verbindung mit einem Metall ein Salz bilden, die man auch deshalb **Salzbilder** oder **Haloide** heißt. Man versteht daher unter **Salz** die Verbindung einer Säure mit einer Basis oder eines Salzbilders mit einem Metall. Es giebt demnach **Sauerstoffsalze** oder Verbindungen von Sauerstoffsäuren mit Basen und **Haloidsalze**, oder Verbindungen der Haloide mit Metallen. Die Haloide sind Chlor, Jod, Brom, Fluor und ein zusammengesetzter Stoff (aus Stickstoff und Kohlenstoff) nämlich das Cyan.

Was ist ein Salz?

Der allgemeinste Charakter der Säuren ist, daß sie sich gegen Basen elektronegativ verhalten. Außerdem haben die meisten einen sauren Geschmack und röthen blaues Lackmuspapier. Ihre Namen werden gebildet, indem man an den Namen des Radicals die Endsylbe säure anhängt z. B. Schwefelsäure. Bildet ein Radical zwei Säuren, so bezeichnet man die mit dem kleineren Sauerstoffgehalt, indem man aus dem Namen des Radicals ein Eigenschaftswort bildet, z. B. schweflige Säure. Giebt es mehr als 2 Säuren von einem Radical, so hilft man sich mit dem Vorwort unter z. B. unterschweflige Säure, Unterschwefelsäure, Schwefelsäure.

Die Salze werden eingetheilt nach dem Vorwalten der Säure oder Basis in **saure** und **basische** und wenn keine von beiden vorherrscht, in Neutralsalze. Das Vorherrschen der Säure oder Basis hat man früher nach der sauren oder alkalischen Reaction bestimmt. Später fand man, daß fast alle neutral reagirenden Salze so viele Mischungsgewichte Säure enthalten, als ihre Basis MGG Sauerstoff enthält. Man hat daher die wenigen neutral

reagirenden Salze, bei denen dieses Verhältniß nicht stattfindet, aus der Reihe der Neutralsalze ausgeschieden und dafür diejenigen darin aufgenommen, bei denen dieses Verhältniß stattfindet, auch wenn sie basisch oder sauer reagiren.

Neutralsalze heißen demnach diejenigen Sauerstoffsalze, welche so viele Mischungsgewichte Säure enthalten, als die Basis Mischungsgewichte Sauerstoff enthält. So verhält sich die Zahl der Mischungsgewichte der Kohlensäure zu der des Sauerstoffs in den Basen, womit sie in Verbindung tritt wie 2 : 1
bei der Schwefelsäure und Borarsäure = 3 : 1
bei der Salpetersäure und Chlorsäure = 5 : 1
und bei der Phosphorsäure = 5 : 2

Die Sauerstoffmenge in einer Basis, welche 100 Theile einer Säure zu ihrer Sättigung erfordern, heißt **Sättigungscapacität** (Sättigungsfähigkeit). Ein Salz heißt einfach, zweifach basisch u. s. w., wenn es 1 oder 2 MG Basis mehr enthält als das neutrale Salz, oder halb, drittel ꝛc. basisch, weil nur auf $^1/_2$ oder $^1/_3$ Atom Basis 1 Atom Säure kommt.

Die **sauren Haloidsalze** sind Verbindungen der neutralen Haloidsalze mit der Wasserstoffsäure ihres Haloids und die **basischen Haloidsalze** Verbindungen der neutralen Haloidsalze mit dem Oxyde ihres Radicals. Die Haloidsalze, welche weder Säure noch Basis enthalten, heißen **neutrale Haloidsalze.**

Durch die Vereinigung zweier Salze entsteht ein **Doppelsalz** und durch die von 2 Doppelsalzen ein **Tripelsalz.**

Man theilt alle chemischen Verbindnngen in organische nnd anorganische. **Organische Verbindungen** heißen diejenigen, welche vorzugsweise durch die Lebenskraft in organisirten, d. h. lebenden Wesen, Thieren und Pflanzen entstehen. **Anorganische Verbindungen** heißen diejenigen, welche sich durch die blose Wirkung der chemischen Verwandtschaft bilden. Hienach theilt man auch die specielle Chemie ein in die **organische** und **anorganische** Chemie. Erstere beschäftigt sich mit den organischen Verbindungen, letztere mit den Elementen und ihren organischen Verbindungen.

neutralen Salze, bei denen beide Bestandtheile sich neutralisirt, und der Reihe der Neutralsalze angehörigen und dabei einfachsten Salze entgegengesetzt, ein neues Säure Verhältniß festsetzend, auch wenn sie solche aber leicht reagirt.

Neutralsalze (Salze erweisen in gleichen Sauerstoffsäure, welche in ihrem Sauerstoffgehalt auf die eine Sauerstoffmenge der Basis sich verhält. Sie erweist sich als der Sauerstoff der Säure zu der Basis der Neutralsalze in der Sauerstoffsäure zu der Basis, nimmt sie im Verhältniß steht wie 1 : 1

bei der Schwefelsäure und Phosphorsäure = 4 : 1

bei der Salpetersäure und Chlorsäure = 5 : 1

und bei der Phosphorsäure = 5 : 2

Die Sauerstoffmenge in einer Säure, welche 100 Theile einer Base zu ihrer Sättigung erfordern, heißt **Sättigungscapacität** (Sättigungsquantität). Ein Salz heißt einfach, zweifach, dreifach u. s. w., wenn es 1 oder 2 oder 3 Mal mehr enthält als das neutrale Salz, oder halb, drittel etc. basisch, wenn nur auf ½ oder ⅓ einer Base 1 Atom Säure kommt.

Die **sauren Doppelsalze** sind Verbindungen der neutralen Doppelsalze mit der Doppelverbindung ihrer Basen, die **basischen Doppelsalze** Verbindungen der neutralen Doppelsalze mit dem Oxyd ihrer Basen. Die Doppelsalze, welche weder Säure noch Base enthalten, heißen **neutrale Doppelsalze**.

Durch die Vereinigung zweier Salze entsteht ein **Doppelsalz** und durch die von 3 Salzen ein **Tripelsalz**.

Man theilt alle chemischen Verbindungen in organische und unorganische. **Organische Verbindungen** heißen diejenigen, welche vorzugsweise durch die Lebenskraft in Organismen, d. h. lebenden Pflanzen, Thieren und Menschen entstehen. **Unorganische Verbindungen** heißen diejenigen, welche ohne die Mitwirkung der organischen Lebenskraft entstehen. Darnach theilt man auch die specielle Chemie ein in die organische und unorganische Chemie; erstere beschäftigt sich mit den organischen Verbindungen, letztere mit den Elementen und ihren unorganischen Verbindungen.

Besonderer Theil.

Anorganische Chemie.

Nichtmetalle.

Sauerstoff.

Eigenschaften. Der Sauerstoff, O ist ein farb-, geruch- und geschmackloses beständiges Gas, etwas schwerer als die atmosphärische Luft, wird vom Wasser nur in geringer Menge verschluckt. Er unterhält das Brennen und das Athmen weit lebhafter als die atmosphärische Luft, bewirkt aber endlich Reizung und Entzündung der Lungen. Ein glimmender Spahn bricht darin in Flamme aus.

Vorkommen. Der Sauerstoff ist einer der Stoffe, die am meisten in der Natur verbreitet sind. Er bildet einen Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, worin er 21 Raumprocente beträgt, ferner einen Bestandtheil des Wassers und der meisten natürlichen Körper.

Darstellung. Man stellt ihn aus Körpern dar, welche ihn schon durch bloses Erhitzen abgeben.

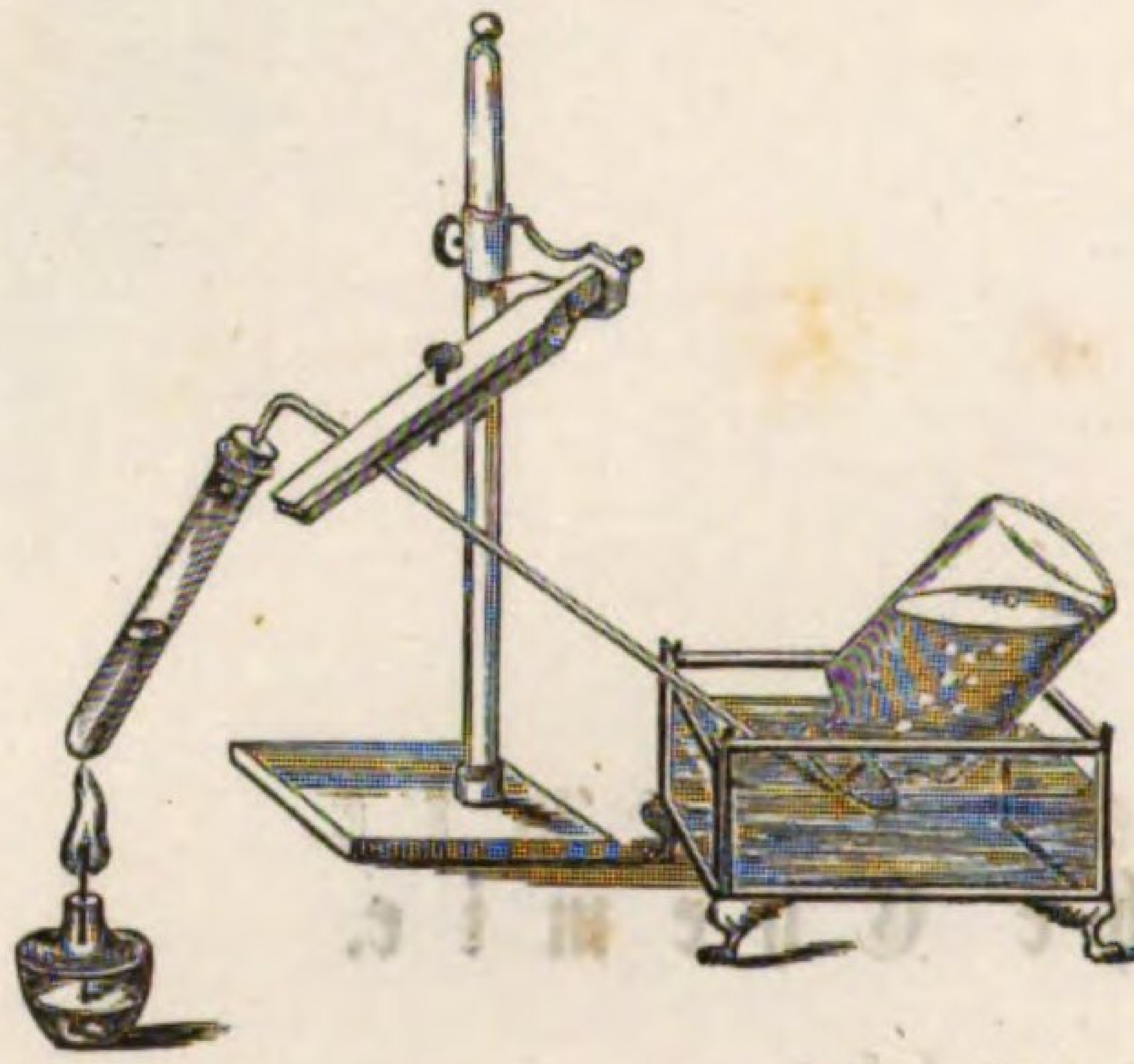
1. Am reinsten liefert ihn das chlorsaure Kali, es besteht aus 1 MG Kaliumoxyd oder Kali KO und 1 MG Chlorsäure ClO_5; sämmtlicher Sauerstoff entweicht und Chlorkalium bleibt zurück, $KO, ClO_5 = KCl + 6\,O$.

Gewisse pulverförmige Körper unterstützen die Wärme in der Abscheidung des Sauerstoffs aus dem chlorsauren Kali durch ihre Adhäsion zu gasförmigen Körpern überhaupt. Allein bei der hohen Temperatur wird die Adhäsion auch sogleich wieder durch das Streben des Sauerstoffgases nach Verflüchtigung überwunden. Das chlorsaure Kali entwickelt daher den Sauerstoff durch schwächere Erhitzung, wenn man es mit seinem gleichen Volum Braunsteinpulver oder Kupferoxyd mengt. Aehnlich, aber schwächer wirken Platinschwarz u. a. Pulver. Ebenso verhält sich Salpeter mit Zinkoxyd. (1 Gew.theil Natronsalpeter u. 2 Th. Zinkoxyd). Das Sauerstoffgas aus diesem Gemenge enthält zwar 40% Stickstoff ist aber für viele technische Benützungen brauchbar.

2. Nach diesem am reinsten Quecksilberoxyd, $HgO = Hg + O$.

3. Mit etwas Stickstoff und Kohlensäure verunreinigt liefert ihn der Braunstein oder das Manganhyperoxyd, MnO_2. a) Für sich erfordert er starke Rothglühhitze und liefert nur $^1/_3$ seines Sauerstoffes, Manganoxydoxydul bleibt zurück, $3\,MnO_2 = MnO, Mn_2O_3 + 2\,O$. Es enthalten nämlich $3\,MnO_2$ $6\,O$ und $2\,O$ ist $^1/_3$ davon. b) Mit Zusatz von Schwefelsäure reicht eine geringere Erhitzung hin und er giebt die Hälfte seines Sauerstoffes, $MnO + SO_3 = MnO, SO_3 + O$.

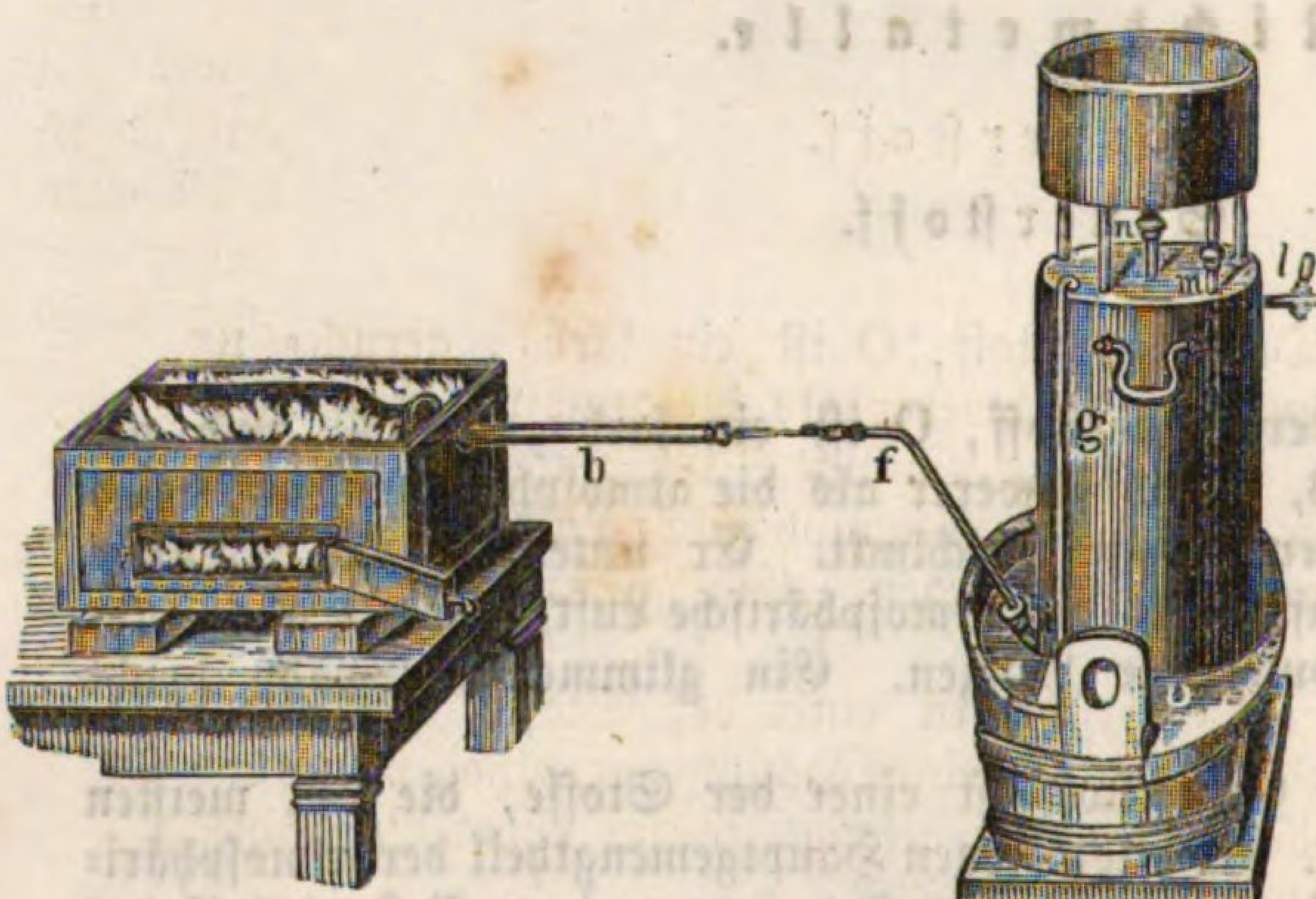
18.



Man erhitzt diese Körper in einer Retorte oder in einer eisernen Flasche (Fig. 19), welche in eine Gasentwicklungsröhre endigt; diese mündet unter Wasser in eine mit Wasser gefüllte und umgestürzte Flasche, Glocke oder in einen Gasometer (Fig. 19g) aus.

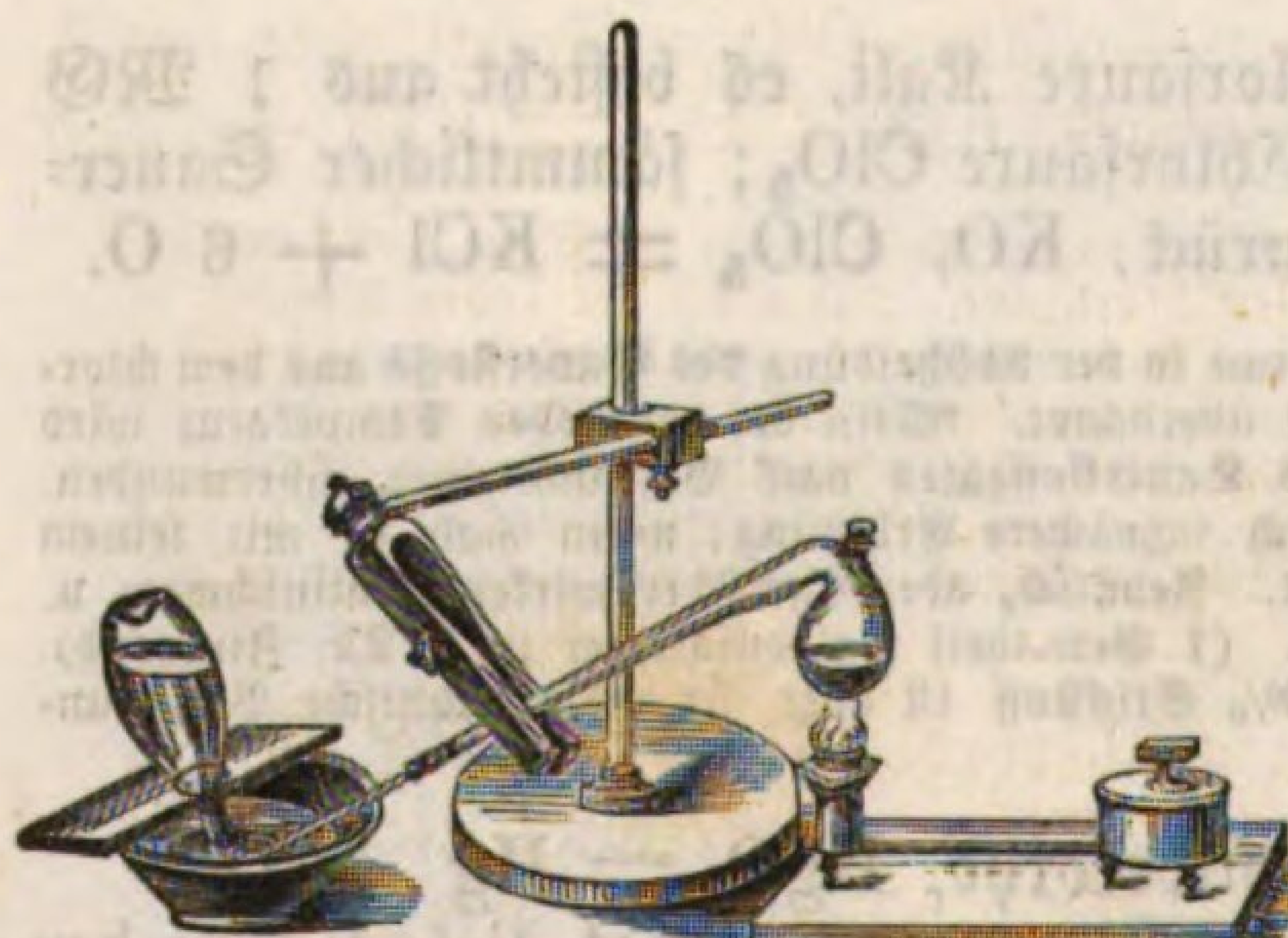
Am leichtesten geht es mit Quecksilberoxyd (Fig. 18).

19.



Das entwickelte Gas tritt durch f bei i in den Gasometer, in die Höhe bis m n und das verdrängte Wasser lauft zur Oeffnung i heraus, welche unter Wasser steht. Ist fast alles Wasser aus dem Gasometer ausgelaufen, so verschließt man i mit einer Schraube luftdicht. Soll das Gas nun bei n ausströmen, so öffnet man die Hähne m und n. Das Wasser des oberen Gefäßes fließt durch die fast auf den Boden hinabreichende Röhre m ins untere Gefäß und drückt das Gas aus n hervor. Soll es bei l austreten, so öffnet man blos l und m.

20.



Das chlorsaure Kali wird in einer Retorte erhitzt (Fig. 20).

4. Billig, leicht darzustellen und sehr rein ist der Sauerstoff aus doppelt chromsaurem Kali (3 Th.) mit concentrirter Schwefelsäure (4 Th.): $KO, 2\,CrO_3 + 4\,SO_3 = KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3\,SO_3 + 3\,O$.

5. Am vortheilhaftesten ist die Bereitung des Sauerstoffes aus Baryumhyperoxyd (BaO_2): Man mischt Barythydrat (BaO, HO) mit so viel gelöschtem Kalk CaO, HO), daß es nicht mehr schmilzt, glüht in einem Porzellanrohr dunkelroth und leitet einen raschen Luftstrom durch. Es entsteht Baryumhyperoxyd. Nun verbindet man das Rohr mit einem Gasometer und leitet Wasserdampf durch. Es entsteht wieder Barythydrat und Sauerstoff entweicht. Letzterer sammelt sich im Gasometer und das Barythydrat wird von Neuem zur

Aufnahme und Wiederabgabe des Sauerstoffes benützt. Da dies beliebig oft gelingt, so verursacht diese Bereitungsweise keine Kosten als die der Feuerung.

6. Die Pflanzen athmen bei Nacht Sauerstoff ein, bei Tag aber aus.

21.



Sauerstoff aus Pflanzen.

Füllt man einen Glastrichter mit frischen Blättern, stellt ihn verkehrt in ein Glas voll Wasser, so daß er sich ganz damit füllt, verkorkt nun die Oeffnung des Trichters, saugt mit einer Glasröhre einen Theil des äußeren Wassers aus, und stellt das Gefäß in die Sonne, so entwickeln die Blätter bald Gasbläschen, die sich in der Röhre des Trichters sammeln. Ist das Wasser im Trichter so weit herabgedrängt, daß es mit dem äußeren gleich steht, so öffnet man den Trichter und bringt einen glimmenden Spahn hinein. Er wird sich entzünden und mit Lebhaftigkeit brennen.

Wichtigkeit. Die atmosphärische Luft ist nur dadurch und so lange zum Athmen und Brennen brauchbar, als sie Sauerstoff enthält. Er ist also unentbehrlich zum Leben der Menschen und Thiere, zur Heizung und Beleuchtung, zur Oxydation der Metalle, um sie in Säuren auflösen zu können und zu vielen andern chemischen Arbeiten, zur Hervorbringung hoher Hitzegrade. Aber auch die zerstörende Wirkung der Luft, wie das Rosten der Metalle und die Fäulniß bewirkt eigentlich nur der Sauerstoff.

Das Ozon.

Der Sauerstoff kommt in 2 allotropischen Abänderungen vor, nämlich als Sauerstoff im engeren Sinn oder gewöhnlicher Sauerstoff und als Ozon. Das **Ozon** besitzt einen eigenthümlichen Geruch, wovon es auch seinen Namen hat und eine weit stärkere Verwandtschaftskraft als der gewöhnliche Sauerstoff. Es verbindet sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit einfachen Körpern, selbst mit solchen, zu denen der gewöhnliche Sauerstoff wenig Verwandtschaft zeigt, wie Silber, Quecksilber, Gold und zersetzt Jodkalium, Schwefelblei und Guajakharztinctur, was der gewöhnliche Sauerstoff nicht thut. Der Sauerstoff wird Ozon oder ozonisirt 1. durch Elektrisiren, 2. durch Insolation (Besonnung), 3. durch Absorption, 4. durch chemische Einwirkung.

Nach wiederholtem Durchschlagen des elektrischen Funkens oder nach dem Einschlagen des Blitzes nimmt daher die Luft einen eigenthümlichen Geruch an. Daher das Bleichen der Leinwand und des Wachses in der Sonne. Daher die oxydirende Wirkung des Sauerstoffes der Luft, welcher von Platinschwamm und andern anorganischen und organischen Körpern absorbirt worden ist, z. B. in der Zündmaschine. Auch durch Berührung mit Phosphor, Terpentinöl, Aetherdampf und Platin wird der Sauerstoff der Luft ozonisirt.

Verbindungen. Der Sauerstoff verbindet sich mit allen übrigen Elementen, mit Ausnahme des Fluors. Die Verbindung desselben mit einem andern Körper heißt **Oxydation** und wenn sie mit Licht- und Wärmeentwicklung erfolgt, **Verbrennung**. Die Trennung von Sauerstoff heißt **Desoxydation**, während man unter **Reduction** die Trennung eines Körpers nicht blos von Sauerstoff, sondern überhaupt von irgend einem electeonegativen Elemente versteht.

Eintheilung der Oxyde.

Der mit Sauerstoff verbundene oder der oxydirte Körper heißt **Oxyd**. Man theilt die Oxyde ein:

a. nach der Menge ihres Sauerstoffs.

1. nach der Menge des Sauerstoffes in Oxyde in engerem Sinne, wenn sie soviel Sauerstoff enthalten, daß sie als Basen mit Säuren Salze bilden können, in Suboxyde (Unteroxyde), wenn sie hiezu nicht genug, in Hyper- oder Superoxyde (Ueberoxyde), wenn sie hiefür zu viel Sauerstoff enthalten und in Sauerstoffsäuren, wenn sie so viel enthalten, daß sie mit den Basen Salze bilden. Enthält eine dieser Abtheilungen zwei Oxydationsstufen, so endigt die mit mehr Sauerstoff in oxyd und die mit weniger in oxydul. Bildet also z. B. ein Metall zwei salzfähige Basen, so heißt die eine Oxyd im engsten Sinne, die andere Oxydul; ebenso sagt man Suboxyd, Suboxydul 2c. Kommt noch ein drittes Oxyd vor, welches 2 Atome Metall und 3 At. Sauerstoff enthält, so heißt dies Sesquioxyd oder Anderthalboxyd.

b. nach ihren Eigenschaften.

2. Die Oxyde, welche Basen bilden, oder die basischen Oxyde, theilt man ferner ein nach ihren Eigenschaften, in Alkalien, alkalische Erden, Erden und Schwermetallbasen.

Die Alkalien lösen sich in jedem Verhältnisse in Wasser auf, schmecken scharf, ätzen organische Körper, geben, mit Fetten gekocht, in Wasser lösliche Seifen, schmelzen in der Hitze leicht und werden endlich verflüchtigt. Sie sind das Kali KO, Natron NaO und Lithion LiO. Auch eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff wird wegen ihrer Eigenschaften zu den Alkalien gerechnet, nämlich das Ammoniak H_3N.

Auch das Rubidium-, Cäsium- und Thalliumoxyd gehören zu den Alkalien, kommen aber nur in sehr kleiner Menge in der Natur vor und das Metall des letzteren gehört nach seinen physikalischen Eigenschaften zu den Schwermetallen.

Die alkalischen Erden sind in Wasser weniger löslich und weniger ätzend, haben aber einen ähnlichen Geschmack wie die Alkalien, bilden unlösliche Seifen und sind im Ofenfeuer unschmelzbar und feuerbeständig. Sie sind der Kalk CaO, Baryt BaO, Strontian SrO und die Magnesia MgO.

Die Erden sind in Wasser unauflöslich und deshalb auch geschmacklos und nicht ätzend, bilden keine Seifen und sind unschmelzbar und feuerbeständig. Sie sind die Thonerde Al_2O_3, die Beryllerde (oder Glycinerde) Be_2O_3, die Zirconerde Zn_2O_3, die Yttererde YO und die Thorerde ThO.

Die Schwermetallbasen stimmen in den meisten Eigenschaften mit den Erden überein, unterscheiden sich aber vorzüglich durch ein größeres specif. Gewicht und dadurch daß sie meistens gefärbt sind. Ihre Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit ist sehr verschieden.

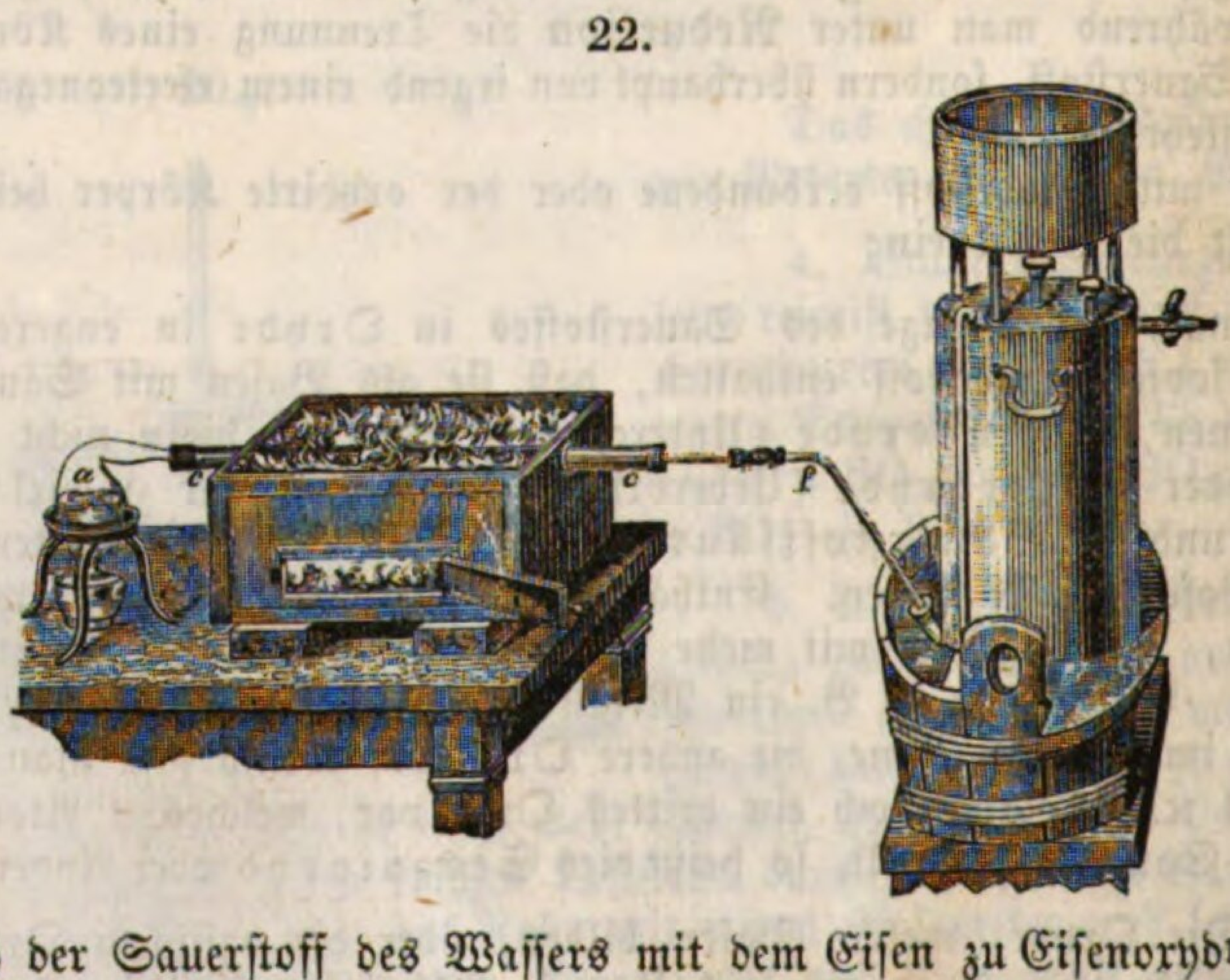
Wasserstoff.

Eigenschaften. Der Wasserstoff H ist wie der Sauerstoff ein farb-, geruch- und geschmackloses, beständiges Gas und auch nur wenig in Wasser löslich, ist aber der leichteste aller Körper, unterhält weder das Brennen, noch das Athmen, ist dagegen selbst brennbar und verbrennt mit blaßblauer, wenig leuchtender Flamme, aber unter Entwicklung der größten Hitze, die man hervorbringen kann, zu Wasser.

Vorkommen. Der Wasserstoff kommt nur gebunden in der Natur vor, und ist ein Bestandtheil des Wassers und fast aller organischen Körper.

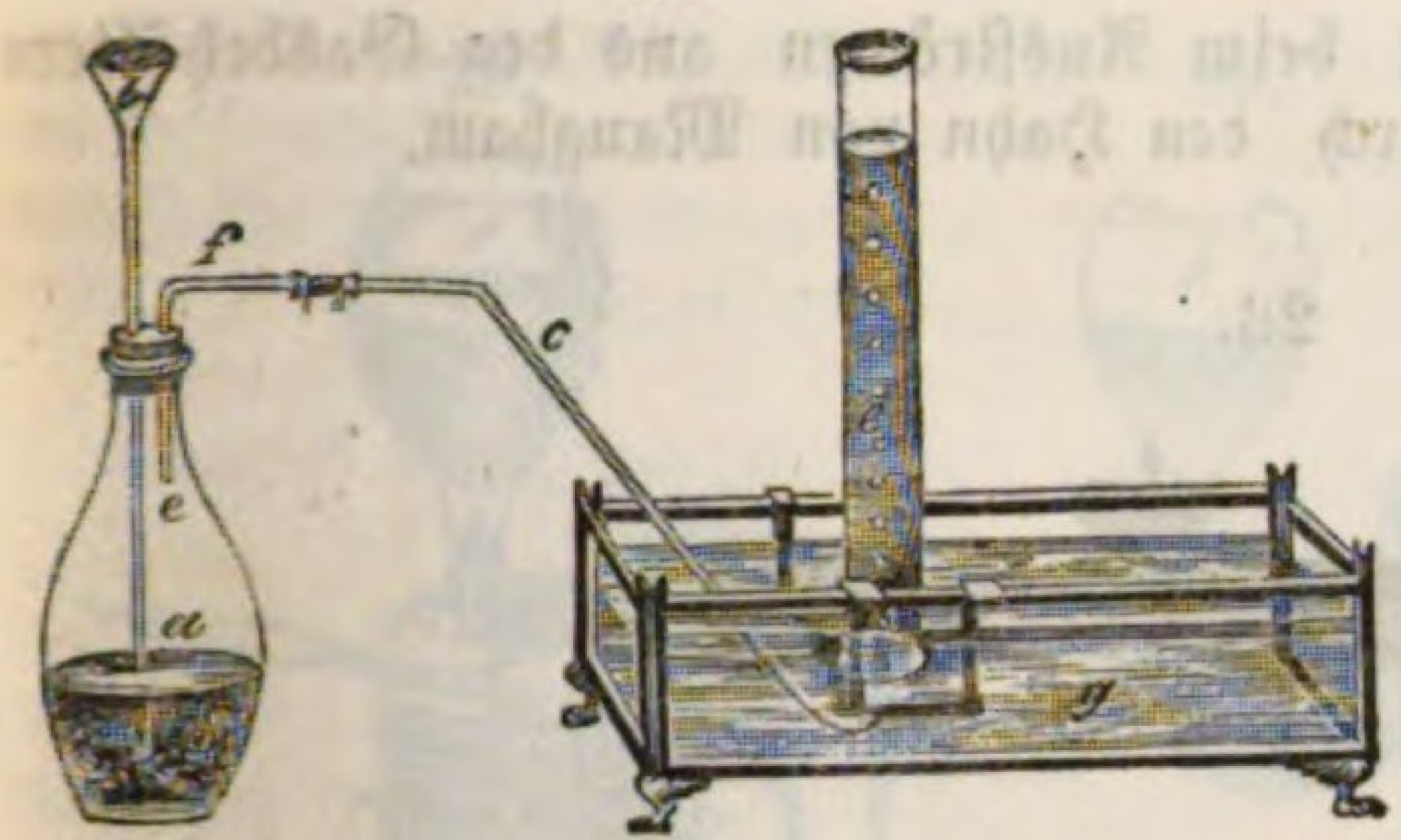
Darstellung. Man leitet Wasserdämpfe über glühendes Eisen, so ver-

22.



bindet sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Eisen zu Eisenoxydul und der Wasserstoff wird frei, $Fe + HO = FeO + H$.

23.



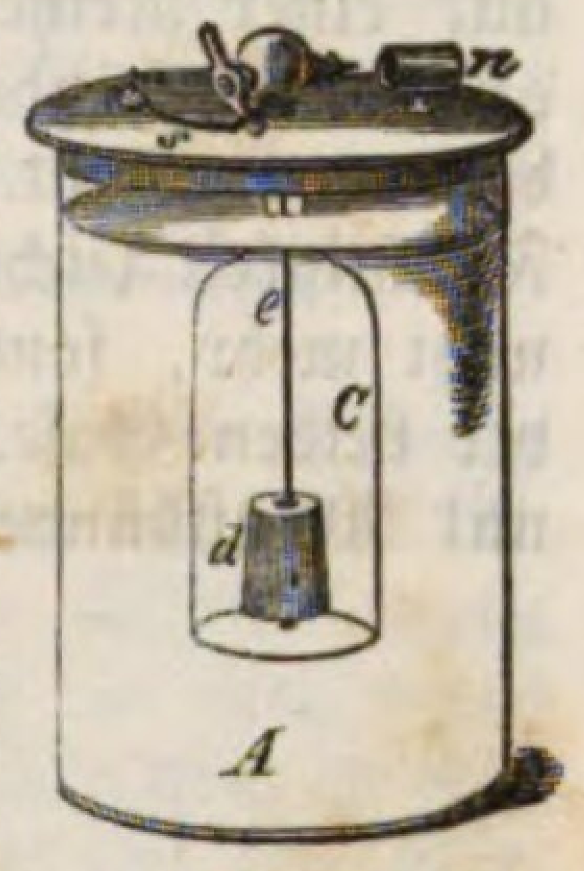
Oder man übergießt Zink mit verdünnter Schwefelsäure, in einer Flasche a mit Gasentbindungsrohr e f c und einem Sicherheitsrohre b, das zugleich zum Nachgießen der Säure dient. $Zn + SO_3 + HO = ZnO, SO_3 + H$.

24.



Im Großen entwickelt man Wasserstoffgas aus Fässern und fängt es mittelst Blechröhren in großen Tonnen unter Wasser auf, um es von mitgerissenen Säuretheilchen zu reinigen.

25.



Wichtigkeit. Vermöge der Leichtigkeit des Wasserstoffes bringt man die Luftballone dadurch zum Steigen, daß man sie damit füllt. Wegen seiner Leichtentzündbarkeit dient er in den chemischen Zündmaschinen. Man hängt eine Glasglocke C in ein Gefäß voll verdünnter Schwefelsäure A. Die Glocke ist unten offen und oben mit einem Hahn versehen. In dieser Glocke hängt an einem Bleidraht e ein Stück Zink d herab. Es entwickelt sich Wasserstoffgas, welches die Glocke füllt und die Flüssigkeit unten aus der Glocke in das äußere Gefäß A heraus drängt. Oeffnet man den Hahn, so strömt Wasserstoff hervor wider einen gegenüber angebrachten Platinschwamm n. Dieser enthält aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff in verdichtetem Zustande (ozonisirt, S. 37), welcher sich mit dem Wasserstoff verbindet; es wird neuer Sauerstoff verdichtet und diese Verdichtung so schnell wiederholt, daß sich durch die freiwerdende Wärme der Wasserstoff entzündet· — Wegen der großen Hitze, die er beim Verbrennen entwickelt, wird er mit Sauerstoff zum Hervorbringen der höchsten Hitzegrade benützt. — Obgleich seine Flamme selbst nicht leuchtet, verbreitet ein in derselben erhitztes Kalkstückchen (Fig. 27 i) ein eben so starkes Licht, daß man es als Drummonds Licht auf Leuchthürmen und für Mikroskope (Hydro-Oxygen-Mikroskope) benützt. — Der Wasserstoff dient ferner zur Reduction von Metalloxyden und Schwefelmetallen. Zündmaschine.

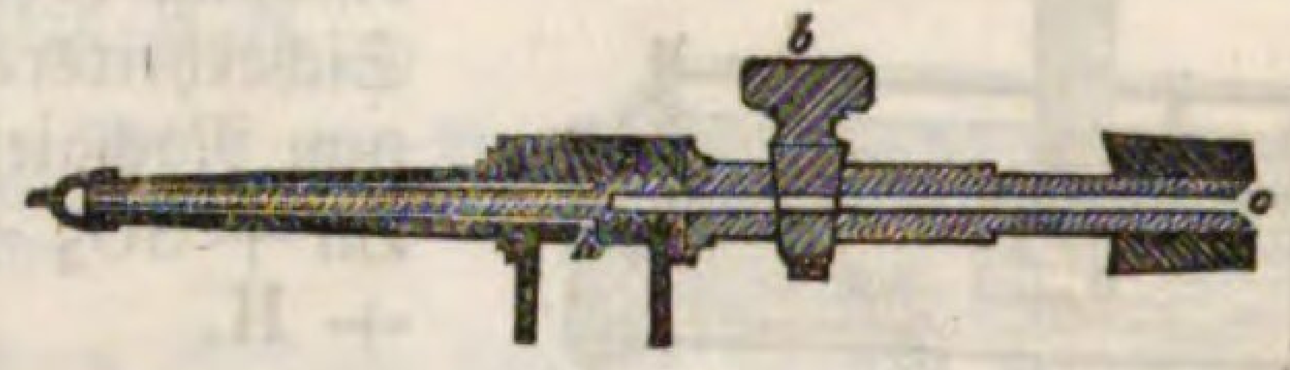
Verbindungen. Der Wasserstoff verbindet sich nicht so leicht und mit so vielen Stoffen wie der Sauerstoff. Selbst mit dem Sauerstoff verbindet sich der Wasserstoff nur unter Mitwirkung einer höheren Temperatur oder gewisser katalytischer Körper (S. 25) z. B. Platinschwamm.

1 Raumtheil Sauerstoff und 2 Raumtheile Wasserstoff zusammengebracht bilden ein bloses Gemenge, **Knallgas** genannt, weil es sich beim Anzünden unter heftiger Verpuffung zu Wasser verbindet.

Es können daher bei der Anwendung des Knallgasgebläses zum Drummond'schen Lichte oder zum Löthen leicht die Gefäße mit großer Gewalt zerschmettert werden, wenn sich die Flamme von Außen in das mit Knallgas gefüllte Gefäß fortpflanzt. Man läßt daher Sauerstoff und Wasserstoff aus zwei gesonderten Röhren erst an der Stelle zusammentreten, wo der Wasserstoff verbrennt. Da aber die Hitze um so stärker wird, je inniger sich die Gase gemengt haben, so hat man die Fortpflanzung der Verbrennung in den Gasbehälter auf andere Weise zu verhindern gesucht. Knallgasgebläse.

1. Man läßt die Gase erst beim Ausströmen aus den Gasbehältern sich mengen. Dies erreicht man durch den Hahn von Maugham.

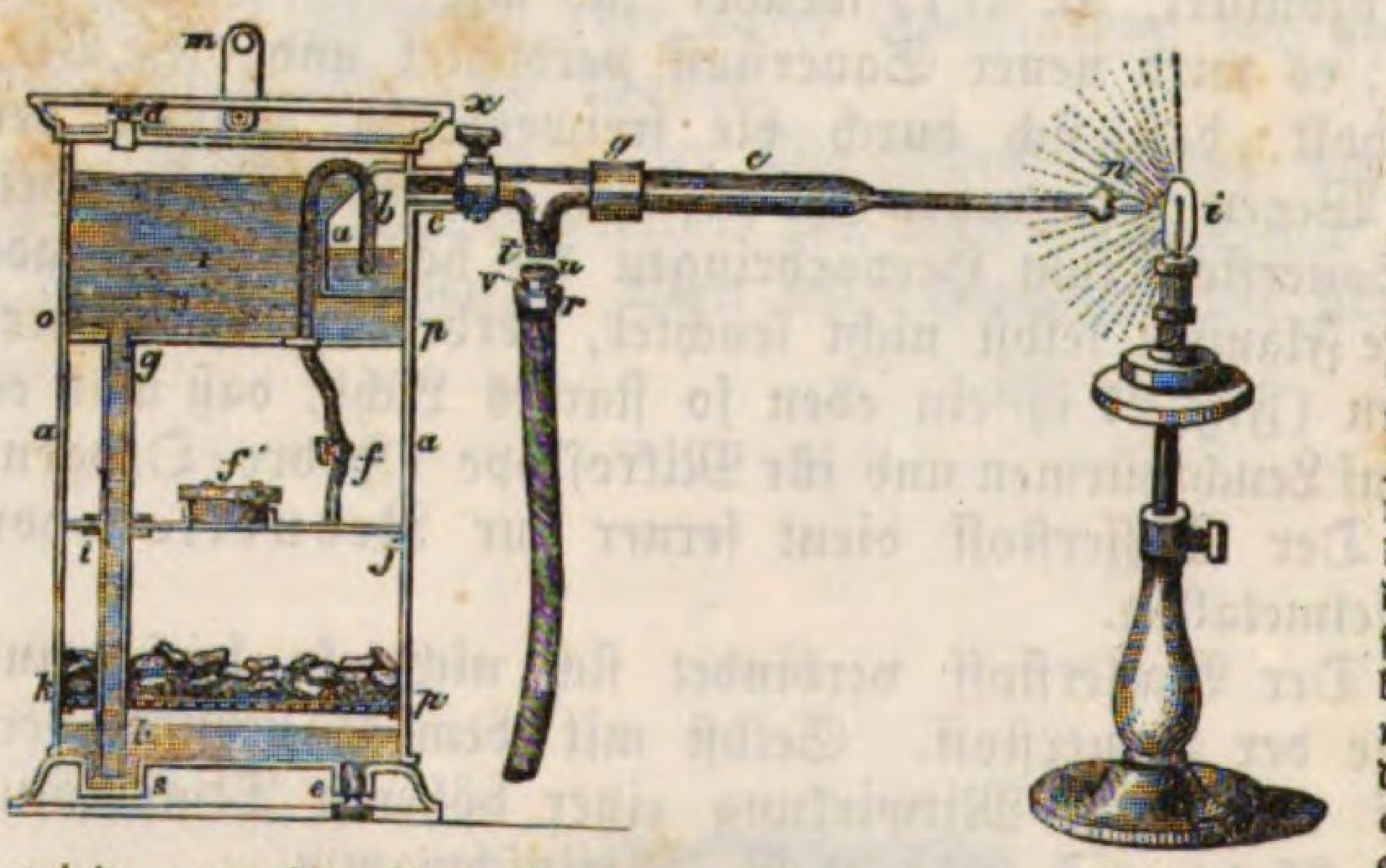
26.



Man befestigt denselben entweder mit dem Kork o auf dem Sauerstoff-Behälter, oder schraubt blos das Vorderstück a i h bei i auf den Hahn l des Gasometer Fig. 22 S. 38 und verbindet die Oeffnung b durch Kork und Röhre mit dem Wasserstoff-Behälter. Der Sauerstoff strömt aus der inneren Röhre, und der Wasserstoff aus der äußeren h i hervor, welche die innere Röhre umgiebt und doppelt so viel Rauminhalt hat als diese. Beide Gase treten neben einander aus den Röhren aus, werden aber durch das aufgesteckte Hütchen a gezwungen, sich vor der Entzündung zu mengen.

2. Man mengt eine größere Menge oder den ganzen Vorrath der beiden Gase in einem Gefäße und läßt es durch eine Röhre ausströmen, welche mit einer Reihe auf einander geschichteter Drahtgazescheiben, mit Eisenfeile oder Drahtbündeln gefüllt sind, an denen sich das brennende Gas so abkühlt, daß es verlöscht. Das Metall kann indessen durch zufällig dazu kommende Feuchtigkeit leicht rosten. Der Rost kühlt nicht nur als schlechter Wärmeleiter nicht mehr, sondern befördert sogar noch als poröser Körper die Verbindung der beiden Gase. Man füllt daher die Röhre besser mit grobem Sand oder mit Asbestbündeln.,

27.



Das Kupfergefäß m a k ist innen mit Blei ausgekleidet. Durch ein weites Rohr bringt man Zinkstücke auf den oberen durchlöcherten Boden k p und durch die Oeffnung d gießt man verdünnte Schwefelsäure ein und schließt d mit einem Kork. Von der Schwefelsäure fließt durch g nur so viel in den Raum h, als die Zusammendrückbarkeit der eingeschlossenen Luft erlaubt. Sobald man aber den Hahn x öffnet, so kann die Luft durch f a b c entweichen, alle Schwefelsäure fließt herab und steigt allmälig bis nach i. Oeffnet man nun abermals den Hahn, so tritt Wasserstoff durch die mit Sand gefüllte Röhre c und strömt bei n aus. Bei t ist ein elastisches Rohr mit einem Rollgewinde r angeschraubt, welches atmosphärische Luft aus einem Blasebalg zuführt. u zeigt die Mündung des abgeschraubten Schlauches. Sie hat einen Vorsprung, durch den sie von dem Rollgewinde r, welches an seinem inneren unteren Rande einen entsprechenden Vorsprung hat, beim Zusammenschrauben fest über t angezogen wird. Bei e läßt man die Säure ab, wenn sie sich mit Zink gesättigt hat. Das bei n ausströmende Gas dient entweder zum Löthen oder zum Drummond'schen Licht (S. 39). Die Flamme bringt nämlich einen Theil des Kalkcylinders i ins Weißglühen. Dieser steckt auf einem Draht und muß mit der Hand oder durch ein Uhrwerk fortwährend gedreht werden, weil die Flamme stets Kalktheile losreißt und mit sich fortführt, so daß ohne Bewegung bald ein Loch entsteht. Die Mündung n ist knopfförmig, um durch ihre Metallmasse möglichst abzukühlen. Die Kapsel g ist mit feuchtem Schwamm gefüllt, um zu verhüten, daß der Sand durch aufspritzendes Wasser naß wird.

Drummond's Licht.

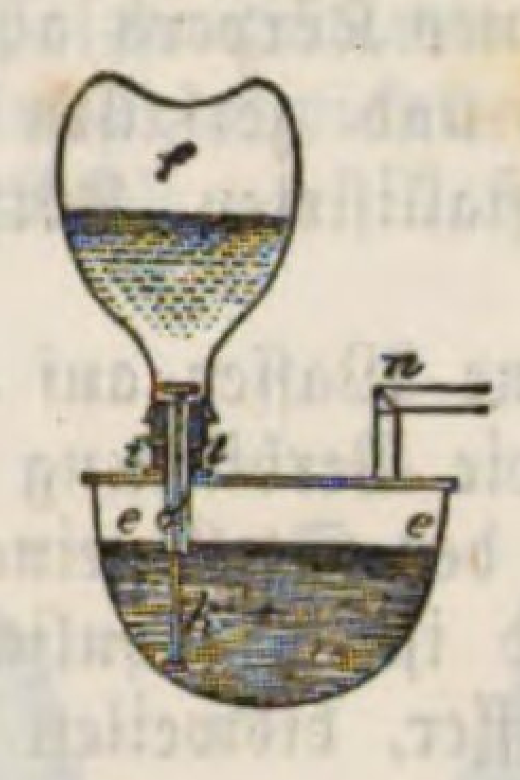
Am meisten wird aber das Knallgasgebläse zum Löthen benützt, nämlich um Metalle z. B. Kupfer, Blei, Zink ohne Loth, und zwar durch das Schmelzen dieser Metalle selbst zu löthen. Billiger als das eigentliche Knallgasgebläse und von hinreichender Wirksamkeit für diesen Zweck ist ein Gebläse, wobei statt Wasserstoff Terpentinöldampf (das Terpentinöl besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff) und statt Sauerstoff atmosphärische Luft angewendet wird.

Lö:hlampe mit Terpentinöl-dampf.

28.



29.



Der kupferne Kessel d hat einen aufgelötheten Deckel und wird durch die Flasche f stets bis e voll Terpentinöl erhalten, mittelst eines Verschlusses wie bei den gewöhnlichen Flaschenlampen. Durch den Kork der Flasche geht ein Messingrohr d, an dem die Schraube bei i auf den Deckel luftdicht aufgeschraubt wird. Beim Umkehren der Flasche ist das Rohr d durch eine Platte geschlossen, woran der Draht k befestigt ist. Beim Aufschrauben der Flasche stoßt dieser Draht auf den Boden des Kessels und hebt so die Platte. Es fließt dann so lange Terpentinöl aus, bis das Rohr d darin eintaucht und wird in dem Maaße nachfließen, als es durch Verdampfen verzehrt wird, so daß es immer bei e stehen bleibt. Mit der Spirituslampe s wird das Terpentinöl bis fast zum Kochen erhitzt. Damit aber die Lampe brennen kann, hat der Ofen im ganzen Umkreise bei r kleine Zuglöcher.

Durch a wird mit einem Blasbalg Luft eingetrieben, nachdem der Hahn b geöffnet worden. Die Luft tritt bei n in den Kessel, sättigt sich mit Terpentinöldampf und entweicht durch o bei l, wo man sie anzündet. Hierauf öffnet man auch den Hahn c. Die Luft tritt durch das dünne Rohr aus, welches im weiteren Rohre l liegt und mengt sich mit der Oeldampf haltenden Luft, so daß dann die Verbrennung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes des Terpentinöls durch die Gebläseluft auf einem kleinen Raum erfolgt und eine Hitze giebt, bei der Gold und Kupfer leicht schmelzen.

Das Zurücktreten der Flamme wird durch Drahtgeflecht ꝛc. in der Röhre (vor o) verhütet.

Die Eigenschaften des Wassers, HO im Allgemeinen sind bekannt, sein specif. Gewicht ist 1. Seine größte Dichtigkeit hat es bei + 3,3° R., daher dehnt es sich beim Gefrieren mit einer Kraft aus, die Felsen sprengt und das Eis schwimmt auf dem Wasser. Bei 80° R. kocht es und bildet Dämpfe. Es dehnt sich dabei so gewaltsam aus, daß es die stärksten Gefäße zersprengt, wenn es im geschlossenen Raume zum Sieden kommt und die stärksten Maschinen bewegt. Es verschluckt, besonders im kalten Zustande, viele Gasarten und ist das allgemeinste Lösungsmittel für viele feste Körper.

Vorkommen. Das Wasser kommt in der Natur nie rein vor, sondern es enthält stets Salze und andere fremde Körper gelöst.

Die Wichtigkeit des Wassers ist in mechanischer wie in chemischer Beziehung gleich groß. In chemischer Beziehung ist es besonders als Lösungsmittel wichtig und befördert als solches viele chemische Processe, sowohl künstliche, als natürliche wie die Verwitterung der Gesteine, das Wachsthum der Pflanzen und die Verdauung der Thiere. Allein es wirkt eben deshalb auch oft schädlich, indem es das Rosten der Metalle und die Fäulniß begünstigt.

Darstellung. Reines Wasser ist nur das destillirte. Was bei der Destillation zuerst übergeht, enthält die flüchtigen Verunreinigungen, wie Kohlensäure und atmosphärische Luft. Das Uebrige ist rein, indem die Salze nicht flüchtig sind und deshalb zurückbleiben. Das destillirte Wasser hinterläßt daher beim Verdampfen auf einem blanken Platinblech keinen Rückstand.

Verbindungen. Der Wassergehalt der Körper ist mechanisch oder chemisch gebunden. Der Erstere heißt gewöhnlich **hygroskopisches Wasser.** Manche Körper, wie Haare, Darmseiten, Leim nehmen daher an feuchter Luft bedeutend an Gewicht zu, während sie in trockener Luft stark austrocknen, andere, wie z. B. Pottasche zerfließen in dem aufgenommenen Wasser. Es unterscheidet sich von dem chemisch gebundenen Wasser, daß es nicht in stöchiometrischem Verhältnisse, sondern in unbestimmten Mengen vorhanden ist, welche nach dem Feuchtigkeitsgrade der Luft wechseln.

Das chemisch gebundene Wasser heißt **Krystallwasser**, wenn von seiner Anwesenheit die Krystallform eines Körpers abhängt. Manche Körper verlieren es schon in trockener Luft und zerfallen dann zu Pulver, **verwittern**. Doch enthalten nicht alle krystallisirten Körper Krystallwasser, z. B. das Kochsalz.

Hat das chemisch gebundene Wasser auf Krystallform keinen Einfluß, so heißt es **Hydratwasser** und die Verbindung selbst **Hydrat**. Es verbindet sich häufig mit den Basen an der Stelle einer Säure und mit den Säuren an der Stelle einer Basis und ist gewöhnlich erst durch höhere Temperatur auszutreiben als das Krystallwasser, bisweilen durch blose Erhitzung gar nicht.

Kohlenstoff.

Eigenschaften. Der Kohlenstoff, C kommt in drei verschiedenen Formen, oder allotropischen Abänderungen vor, als Diamant, Graphit und Kohle. Die besonderen Eigenschaften derselben sind:

Der Diamant krystallisirt in regelmäßigen Oktaëdern, hat 3,5 spec. Gewicht, ist der härteste aller Körper, durchsichtig, hat einen eigenthümlichen Glanz (Diamantglanz), ist in reinem Zustande farblos und leitet die Elektricität.

Der Graphit, das Wasser- oder Reißblei krystallisirt in sechsseitigen Tafeln, hat 2, 4 specifisches Gewicht, ist weich und abfärbend, unburchsichtig, metallglänzend, dunkelbleigrau und leitet die Elektricität.

Die Kohle krystallisirt nicht, hat 2,0 specifisches Gewicht, ist meist porös und absorbirt deshalb Gase und Flüssigkeiten, ist undurchsichtig, schwarz und leitet die Elektricität schlecht.

Die allgemeinen Eigenschaften der drei Arten des Kohlenstoffes sind folgende: Jeder Kohlenstoff ist unschmelzbar und feuerbeständig, geruch- und geschmacklos, unlöslich in Wasser und andern Lösungsmitteln. Bei Luftzutritt erhitzt, verbrennt er mit Licht- und Wärmeentwicklung zu Kohlensäure. Feuerbeständige Beimengungen bleiben als Asche zurück. Reiner Kohlenstoff läßt keinen Rückstand.

Vorkommen. Der Kohlenstoff kommt am reinsten vor als Diamant, der Graphit enthält häufig etwas Eisen und die Steinkohle Harz. Außerdem findet er sich als ein Bestandtheil der Kohlensäure und aller organischen Körper.

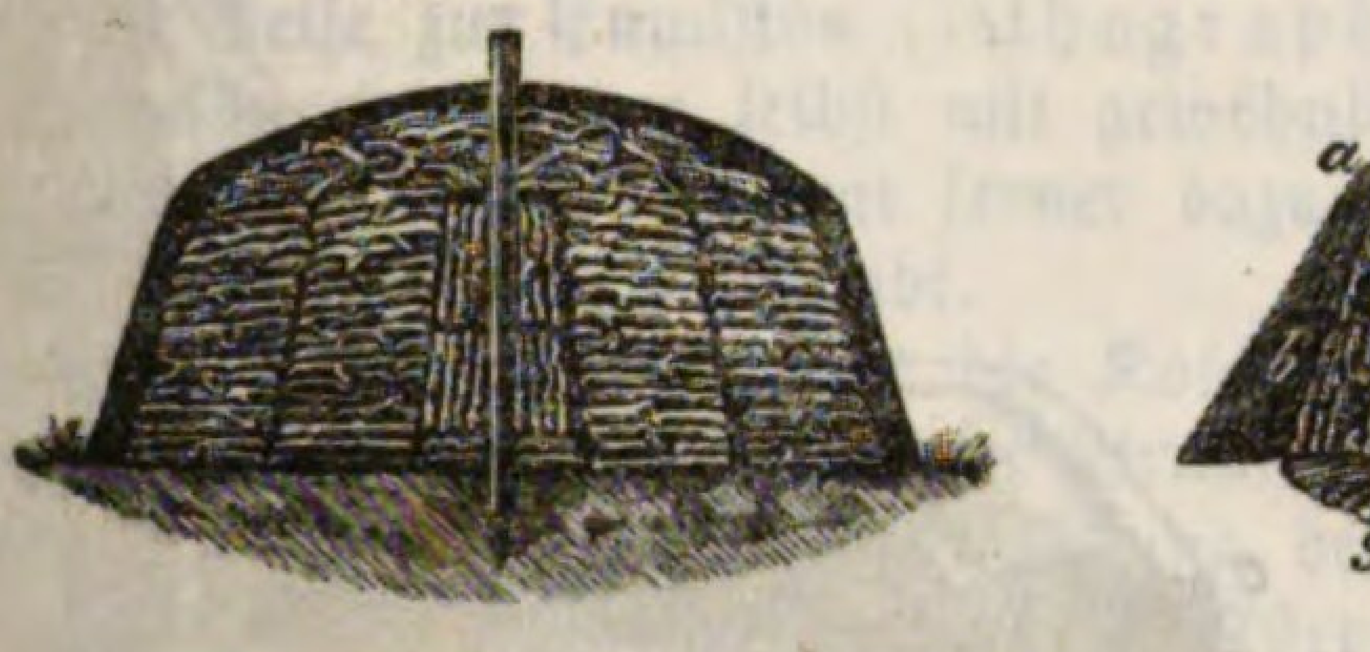
Darstellung. 1. Man erhitzt kohlensauren Kalk CaO, CO_2 mit Kalium, CaO, $CO_2 + 2\,K = CaO + 2\,KO + C$, und zieht dann Kalk und Kali mit Salzsäure aus, so bleibt Kohlenstoff als schwarzes Pulver zurück. 2. Man glüht den Kienruß aus [1]). 3. Am wenigsten rein erhält man ihn, wenn man organische Körper, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, bei Luftabschluß (in einer Retorte) glüht. Die Pflanzenkohle ist aber außer den Aschenbestandtheilen mit Wasserstoff, die Thierkohle mit Stickstoff verunreinigt.

---

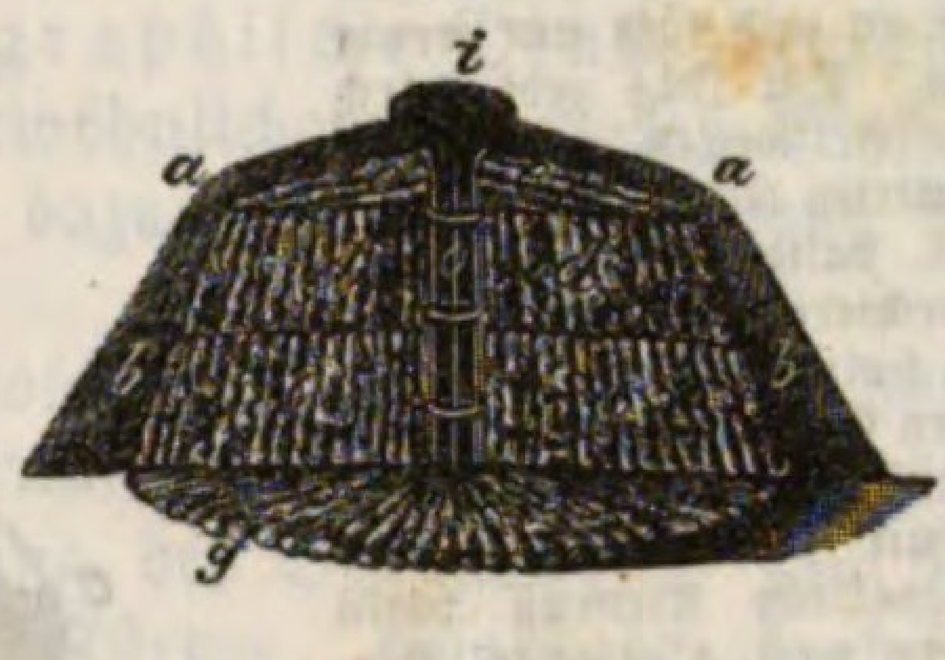
1) Ungeglühter Kienruß mischt sich wegen seines Harzgehaltes unmittelbar nicht mit Wasser, wohl aber, wenn er zuvor mit Weingeist befeuchtet (gelöscht) wird. Da das Ausglühen für einen so voluminösen und die Wärme schlecht leitenden Körper sehr kostspielig ist, so hat man empfohlen, ihn mit Weingeist auszuziehen.

Im Großen, bei der Meilerverkohlung gestattet man einen beschränkten Luftzutritt, man bedeckt den Holzhaufen mit Erde, stoßt aber Löcher hinein, damit blos die bei der Verkohlung entwickelten Gase verbrennen und die Heizung bewirken, nicht aber die Kohle.

30.



31.



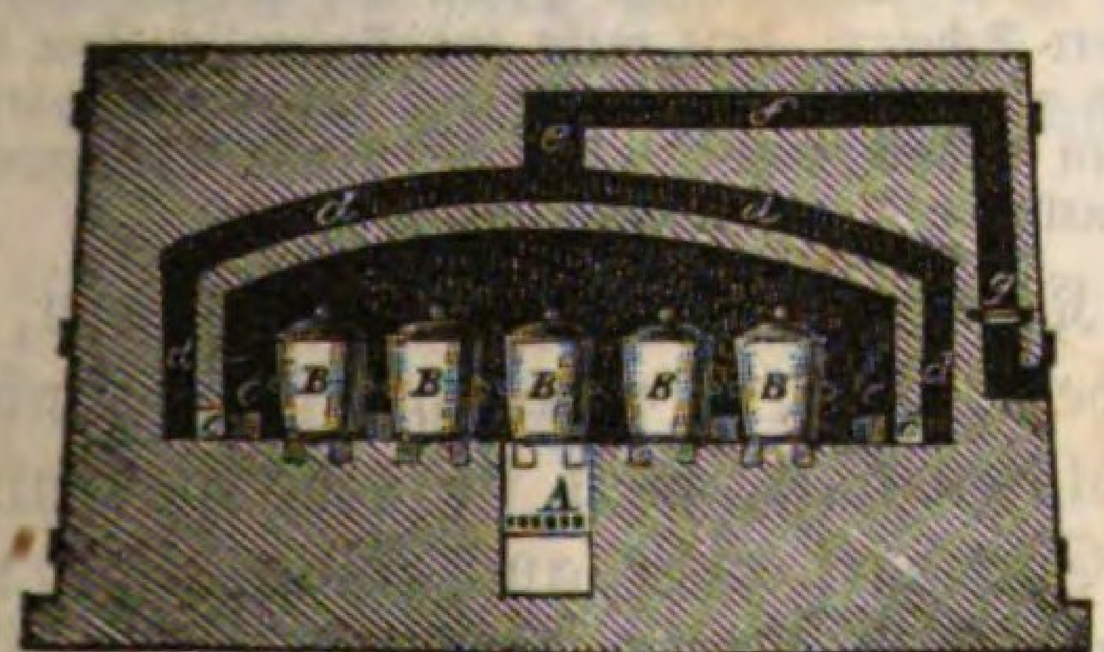
Man errichtet an einem geeigneten Platze den Quandel. Dieser besteht entweder aus einer 12' hohen Stange, Fig. 30, oder aus drei oder vier Stangen, Fig 31 10 — 12'' von einander ·.· in den Boden gesteckt, mit Weiden verbunden und mit dürren Holzstücken oder Bränden ausgefüllt. Den Quandel umgiebt auf dem Boden eine strahlenförmig gelegte Schichte langer Holzscheite, Fig. 31 g. Auf dieser stehen zwei, bisweilen drei Reihen Holzscheite c d. Die oberste Schichte e ist so gegen die Pfähle geneigt, daß der Meiler eine Abrundung (Haube) erhält. Man nennt dies einen stehenden Meiler, Fig. 31. Der liegende Meiler, Fig. 30 enthält höchstens einen schmalen Kern von stehenden Scheiten, um den die übrigen ringförmig herum liegen. Die obere Abrundung wird gebildet von Stockholz, Abfällen u. dgl. Nun wird der Meiler geschlichtet, d. h. alle Zwischenräume mit kleinem Holze ausgefüllt, und mit einer Decke versehen, Fig. 31 b. Diese besteht aus Rasen, Laub oder Moos, bedeckt von einer Schichte feuchter Kohlenlösche (Kohlenstaub), Erde oder Sand. Die Entzündung geschieht entweder von unten, wenn man eine Feuergasse von außen bis zum Quandel offen gelassen hat, oder von oben, indem man glühende Kohlen in den Quandelschacht O wirft und Luftlöcher in den Umkreis der Decke stoßt.

Darstellung der Holzkohle,

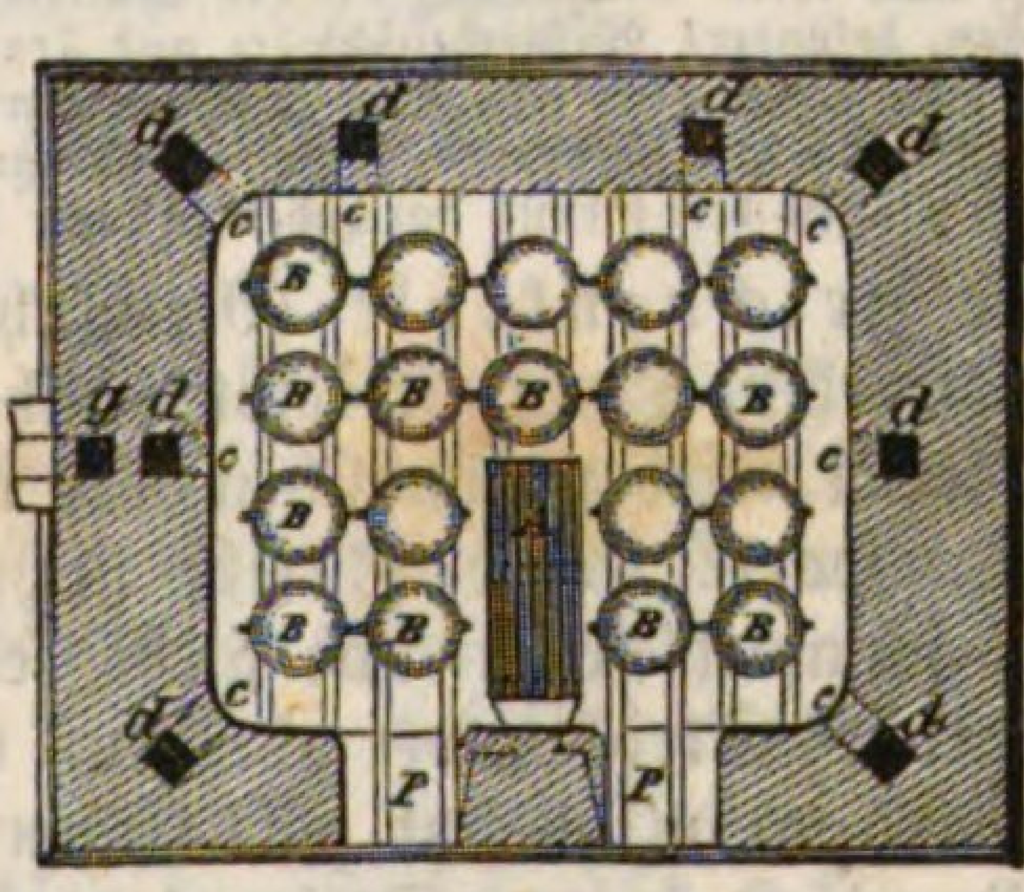
Als Thierkohle dient in der Regel die Knochenkohle (Beinschwarz, schwarzgebrannte Knochen), weil die andern Arten derselben, wie die Blutkohle, entweder zu theuer kommen, oder ein feines Pulver geben. Man kann, wie bei der Theerbereitung aus Holz, auch bei der Darstellung der Knochenkohle die Nebenproducte mit gewinnen durch eine Destillation in eisernen Cylindern, diese erfordert aber viel mehr Brennstoff und liefert eine geringere Kohle. Man läßt daher, um gute Knocheukohle zu erhalten, die Nebenproducte lieber verbrennen.

der Knochenkohle und

32.



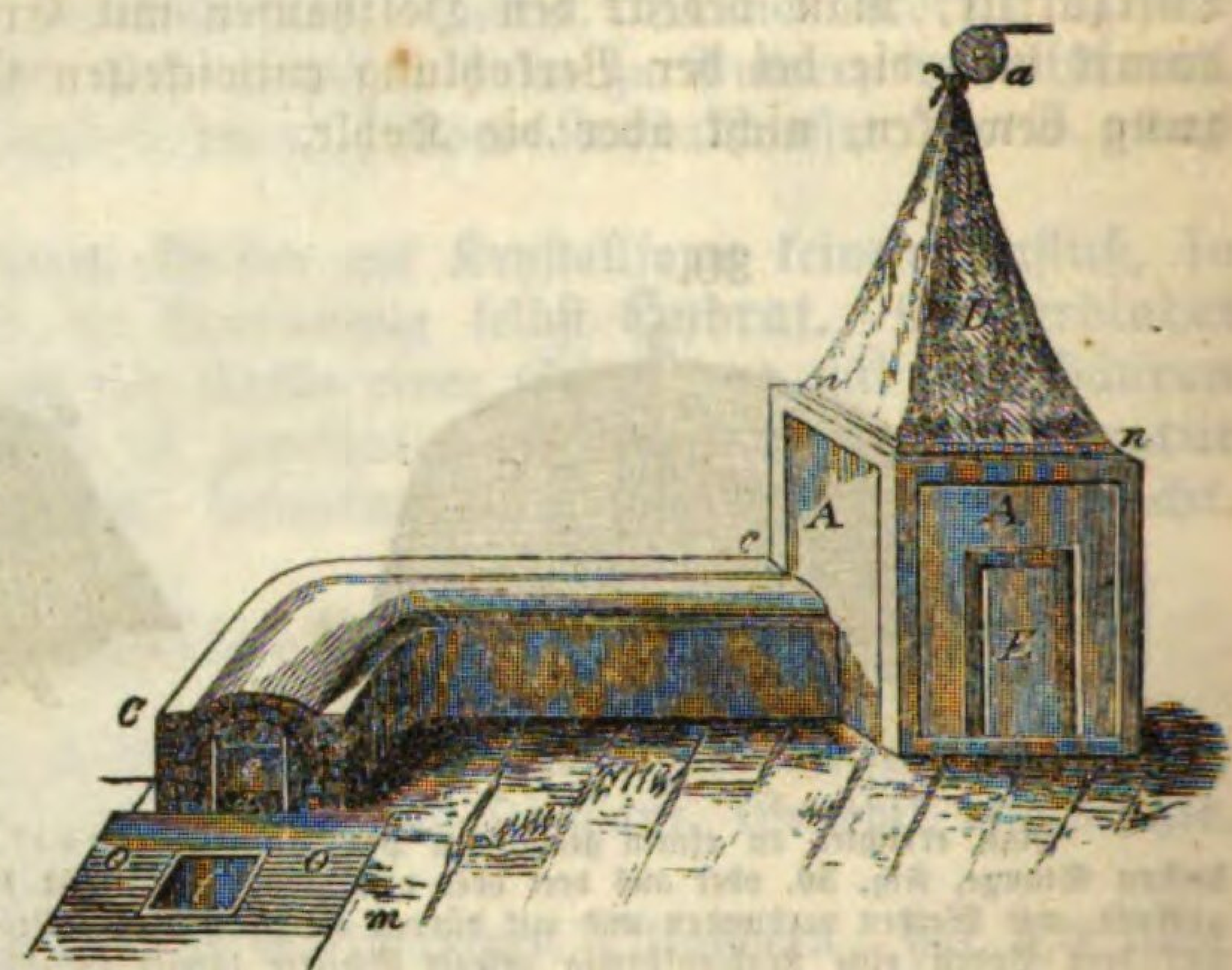
33.



Der Zug geht vom Roste A durch die Füchse c d, e d, die sich in der Mitte des zweiten Gewölbes vereinigen und die Gase durch e f g in einen andern Ofen führen zum Ausglühen (Wiederbeleben) der Kohlen, die schon zur Entfärbung des Zuckers gedient haben. Durch die vollständige Verbrennung der Gase wird Brennmaterial gespart und der starke Geruch für die Nachbarschaft weniger lästig. Die Töpfe B B sind von Gußeisen oder von feuerfestem Thon und lassen sich auf den eisernen Stäben, auf welchen sie stehen, leicht hin und herschieben. Die Thüren P P zum Einbringen und Ausziehen der Töpfe werden vor dem Brennen vermauert. Die gebrannten Knochen werden zerkleinert, aber nicht zu Pulver, sondern blos gekörnt in Mühlen mit gekerbten Walzen.

des Kienrußes.

34.



Den Kienruß erhält man durch unvollständige Verbrennung harziger Substanzen. Der Wasserstoff verbrennt zuerst und der Kohlenstoff bleibt größtentheils übrig in Form eines feinen Pulvers. Nimmt man dazu Harz und Theer, so erhitzt man diese in einem Topfe im Feuerraum d, zündet sie an und läßt nur wenig Luft zutreten. Der Zug geht durch den 2½ Q. F. weiten und 14 F. langen gemauerten Canal C C in die 2—3000 C. F. haltende **Rußkammer** A. Der schlechtere, braune, theerige Ruß aus den Holztheilen hat Zeit, sich in dem langen Canal C C abzusetzen. Der Canal muß aber zuvor angewärmt werden, damit sich nicht auch der schwarze, eigentliche Kienruß darin absetze, sondern nach A gelange. Dieser setzt sich dort ab am Boden, an den Wänden und an der **Haube** D, einem Dach aus lockerem Wollenzeuge, welches durch die Rolle a und den schweren Rahmen n n gespannt gehalten und abgeschüttelt werden kann. Der Kienruß wird durch die Thüre E entleert. Der Schieber e an C dient zur Regelung des Zuges und die Platte OO als Unterlage für die ausgezogenen Kohlen und neuen Brennstoff. In der Vertiefung f hält sich der Arbeiter auf.

Wichtigkeit des Kohlenstoffes.

Wichtigkeit des Kohlenstoffes. Der Diamant dient wegen seiner Härte zum Glasschneiden, wegen seiner Schönheit und Seltenheit als Edelstein.

Der Graphit dient wegen seiner Weichheit zur Maschinenschmiere, wegen seiner Weichheit und Farbe zu Bleistiften, und zum Schwärzen der Oefen, wegen seiner Feuerbeständigkeit, mit Thon gemengt zu den Passauer oder Graphitschmelztiegeln und als Leiter der Elektricität zum Ueberzug für galvanoplastische Modelle.

Die Kohle dient wegen ihrer Brennbarkeit und Heizkraft als Brennmaterial, zum Schießpulver und zur Darstellung der Metalle aus ihren Oxyden (Reduction); wegen ihrer Farbe als Farbmaterial, wie Kienruß, Frankfurter Schwarz aus Weintrebern, Spanischschwarz aus Kork, Beinschwarz aus Knochen.

Diese verschiedenen Sorten unterscheiden sich hauptsächlich durch Feinheit und Tiefe der Schwärze. Die Farbe soll je nach ihrer Anwendung bei der Malerei bald mehr ins Bläuliche ziehen wie bei der Kohle aus Pflanzenstoffen, besonders Weinrebenschwarz und Frankfurter Schwarz, bald mehr ins Bräunliche wie bei der Thierkohle, dem gebrannten Elfenbein und besonders dem gewöhnlichen Beinschwarz, das Kernschwarz (aus Pflaumenkernen ꝛc.) geht mehr ins Violette. Einige decken besonders gut, wie Kienruß und Lampenschwarz, andere lasiren (lassen den Grund durchscheinen) wie namentlich das Beinschwarz als Oelfarbe.

Die Zeichnenkohle (Reißkohle, Kohlenstift) muß so weich sein, daß sie ohne starken Druck schreibt, daher dem Papiere möglichst locker anhaftet und sich leicht wieder abwischen oder wegblasen läßt, weil sie blos zu Entwürfen dient. Harte Kohle schreibt nicht. Sie darf aber auch nicht allzu weich sein, sie schmiert sonst und giebt keinen reinen Strich d. h. sie läßt zu viel und zu grobes Strichpulver ab. Nur die Kohle des Spindelbaumholzes (Evonymus europaeus) besitzt jene Eigenschaften. Soll die Zeichnung fest haften, wie z. B. auf Holz und Stein, so tränkt man die Kohle mit Fett oder Wachs.

Die Zeichnenkreide ist theils Natur-, theils Kunstproduct. Erstere, Naturkreide oder Zeichnenschiefer genannt, ist ein kohlenstoffreicher, weicher, feinkörniger Thonschiefer von schwarzgrauer Farbe, welcher in Stücke geschnitten, seltner als Pulver mit Gummiwasser zum Teige angemacht und in passende Form gebracht wird. Die künstliche Zeichnenkreide, schwarze Kreide besteht aus Kienruß, Kreide und Thon, mit Leim- oder Gummiwasser angemacht und hat

eine sammtschwarze Farbe. Die Zeichnenkreide hat mehr Zusammenhang als die Kohle und eine fettige Beschaffenheit, schreibt daher schwieriger als diese, haftet aber fest, und zwar um so mehr, je härter sie ist. Die verschiedenen Nummern zeichnen um so schwärzer je weicher sie sind.

Die lithographische Kreide ist eine fettig harzige Masse aus Kienruß, Wallrath, Wachs, Seife und Schellack, welche mit reinem Wasser durch Auflösung der Seife zur Emulsion (lithographische Tinte) erweicht, nicht aber mit angesäuertem, oder selbst mit gewöhnlichem (hartem) Wasser wegen Zersetzung der Seife. Letztere dient ferner dazu, den Zusammenhang der Masse so weit zu mindern, daß sie schreibt.

Wegen ihrer Parosität dient die Kohle zur Absorption 1. von Gasen, besonders der Kohlensäure, z. B. in Brunnenschächten 2. von Flüssigkeiten, besonders riechender, wie bei der Entfuselung des Branntweins und Reinigung des fauligen Wassers 3. fester aufgelöster Körper, besonders Farbstoffe, wie bei der Entfärbung des Zuckersaftes in der Zuckerraffinerie. Die Absorption der Gase und riechenden Stoffe bewirkt Holzkohle und die der Farbstoffe die Thierkohle am besten.

Die Kohle absorbirt aber nicht blos Kohlensäure, sondern auch andere Gase. Die Steinkohle absorbirt über das 10fache ihres Volums atmosphärische Luft und oxydirt sich dabei durch den Sauerstoff derselben schon bei gewöhnlicher Temperatur allmälig zu Kohlensäure, besonders, wenn sie sich durch die Luftverdichtung stark erwärmt, was bei größeren Massen leicht geschieht. Man hat bei 9monatlichem Lagern von Steinkohlenklein an freier Luft bis 58% Gewichtverlust wahrgenommen. Der Aschengehalt der Kohle nimmt natürlich dabei zu. Die Verkäufer schieben die Schuld des Gewichtsverlustes au das Austrocknen. Allein die Entwicklung der Kohlensäure ist durch die Beobachtung erwiesen. Die Stückkohle ist der Verwittrung weniger unterworfen. Verwittern der Steinkohle.

Die Knochenkohle entfärbt besser als Holzkohle wegen der feinen Zertheilung durch phosphorsauren Kalk, stickstoffreiche aber weniger als stickstoffarme. Blutkohle wird erst durch Glühen mit Pottasche wirksam, welche durch Cyanbildung den Stickstoff entfernt und eben dadurch die feinste Zertheilung des Kohlenstoffs bewirkt. Die entfärbende Kraft der Kohle.

Verbindungen. Wichtig sind zwei Sauerstoff- und zwei Wasserstoffverbindungen. — Die Sauerstoffverbindungen sind das Kohlenoxydgas und die Kohlensäure; die Wasserstoffverbindungen das Leuchtgas und Grubengas. Die Verbindungen des Kohlenstoffes.

Kohlenoxyd, CO. Eigenschaften. Es ist ein farb-, geruch- und geschmackloses beständiges Gas, etwas leichter als die atmosphärische Luft, untauglich zum Athmen und Brennen, aber selbst brennbar, verbrennt mit schön blauer Flamme zu Kohlensäure, eingeathmet bewirkt es Schwindel, Kopfweh, Ohnmacht und dann den Tod. Es ist ein indifferenter Körper.

Es ist in Wasser wenig, sehr leicht aber in Kupferchlorürlösung auflöslich.

Vorkommen. Es kommt nicht natürlich vor.

35.



Darstellung. Durch Erhitzen von Sauerkleesäure, C_4O_6, 2 HO mit Schwefelsäure erhält man ein Gemenge von Kohlensäure und Kohlenoxydgas: C_4O_6, 2 HO $= 2\ CO_2 + 2\ CO + 2\ HO$. Leitet man das Gemenge durch Wasser, so bleibt die Kohlensäure darin gelöst, während Kohlenoxydgas entweicht. Es entsteht ferner bei unvollkommener Verbrennung der Kohle, bei der Reduction der Metalloxyde durch Kohle und beim Glühen kohlensaurer Salze mit Kohle.

Wichtigkeit. Das bei der Reduction der Metalle entstehende oder eigens durch unvollkommene Verbrennung dargestellte Gas dient als Brennmaterial zum Puddeln und Schweißen des Eisens, zur Kessel- und Zimmerheizung, zum Kalk- und Ziegelbrennen u. s. w. Dasjenige, welches als Kohlendunst entsteht, wenn man Kohlenhäfen in verschlossenen Zimmern hat, oder die Klappen der Ofenrohre völlig verschließt, führt, besonders bei Schlafenden, häufig den Tod herbei. Bei geringeren Zufällen helfen säuerliche Getränke (Essig mit Wasser) und warme Fußbäder; Scheintodte bringt man in frische Luft, macht anhaltend kalte Begießungen auf Kopf und Gesicht und saugt die Luft aus den Lungen durch Mund oder Nase.

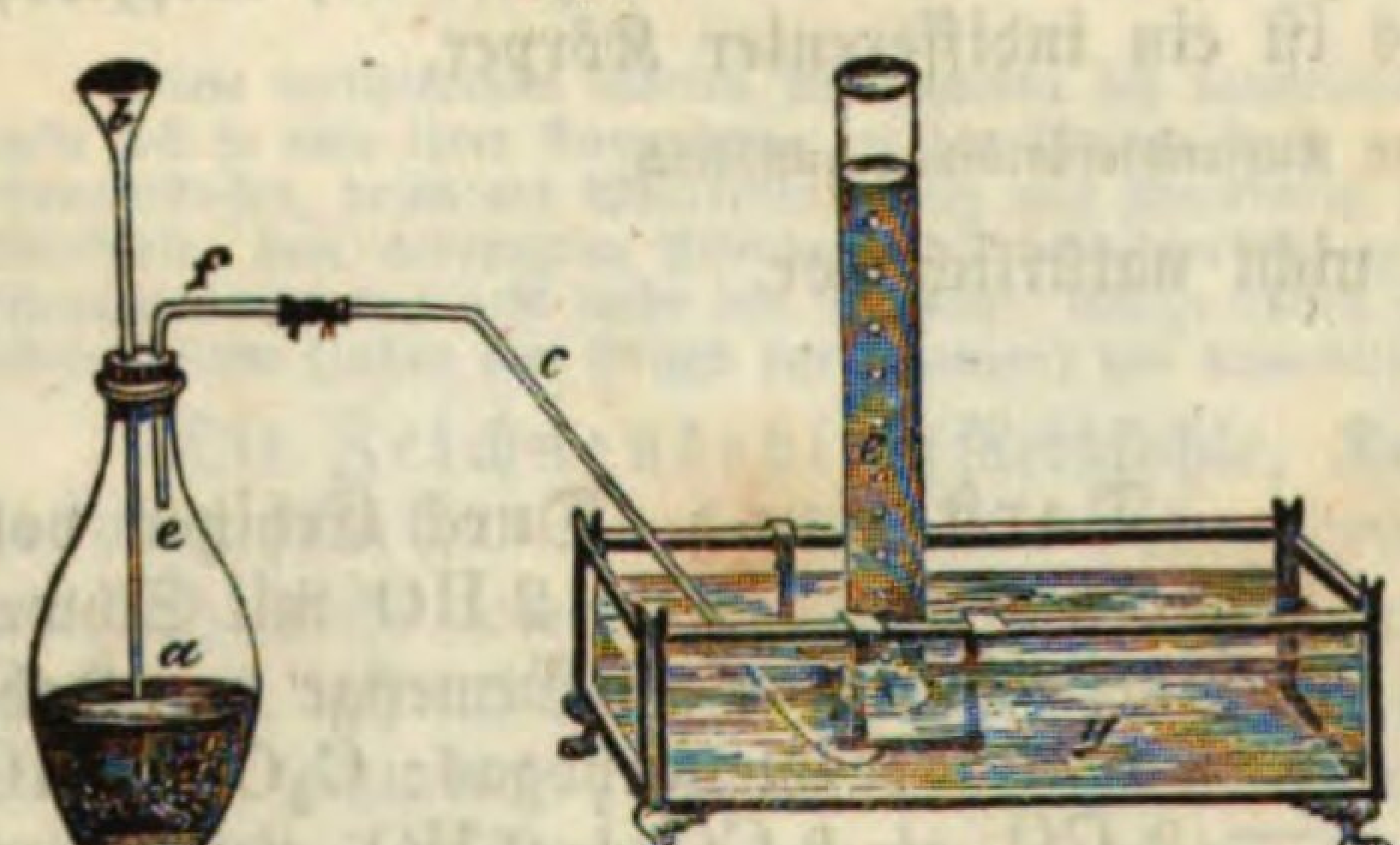
Kohlensäure.

Kohlensäure, CO_2. Eigenschaften. Ein farbloses Gas, bei einem Drucke von 36 Atmosphären eine tropfbare Flüssigkeit und dann durch die Kälte bei ihrer Verdunstung eine eis- und schneeähnliche Masse. Sie hat einen stechenden Geruch und prickelnden (d. h. schwach stechenden) Geschmack, ist schwerer als die atmosphärische Luft, wird von Wasser zu 1, bei verstärktem Drucke zu 4—5 Raumtheilen[1]) verschluckt, röthet Lackmus vorübergehend. Zum Athmen und Brennen ist sie nicht tauglich.

Vorkommen. Sie ist ein Gemengtheil der atmosphärischen Luft und macht ungefähr 0,0004 derselben dem Volum nach aus. An manchen Orten quillt sie aus dem Boden, wie in der Hundegrotte bei Neapel und in der Dunsthöhle bei Pyrmont, in Steinkohlengruben (stickende Wetter) und im Wasser gelöst in den Säuerlingen (Brückenau, Kissingen, Bocklet, Fachingen, Selters): chemisch gebunden findet sie sich vorzüglich im Kalkstein. Sie entsteht in Gährungskellern, an Orten, wo viele Menschen und Thiere athmen, oder Feuer brennt.

Darstellung. Man übergießt kohlensauren Kalk mit Schwefelsäure oder Salzsäure;

36.



Marmor oder Kalkstein mit Salzsäure, weil durch Schwefelsäure Gyps entsteht, der durch seine Unlöslichkeit die fernere Einwirkung der Säure hindert. Bei der Kreide aber muß man Schwefelsäure anwenden, weil hier die Salzsäure zu stürmisch wirkt und zu rasch nachläßt.

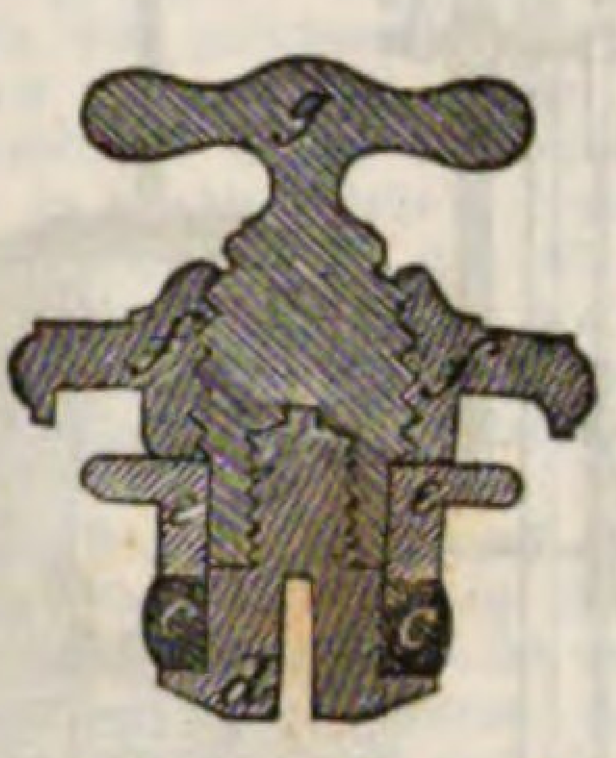
Vortheilhafter als kohlensaurer Kalk mit Salzsäure ist die kohlensaure Magnesia, welche als Magnesit im Mineralreich vorkommt, mit Schwefelsäure: 1. erfordern 100 ℔ Kohlensäure aus Magnesit nur 222 ℔ Schwefelsäure, kohlensaurer Kalk dagegen 532 ℔ käufl. Salzsäure, 2. ist die entstehende schwefelsaure Magnesia verkäufliches Bittersalz, Chlorcalcium dagegen werthlos und 3. ist die Schwefelsäure nicht flüchtig, wohl aber die Salzsäure und daher ein umständliches Waschen nöthig.

1) Wie bei Schaumwein und Krugbier.

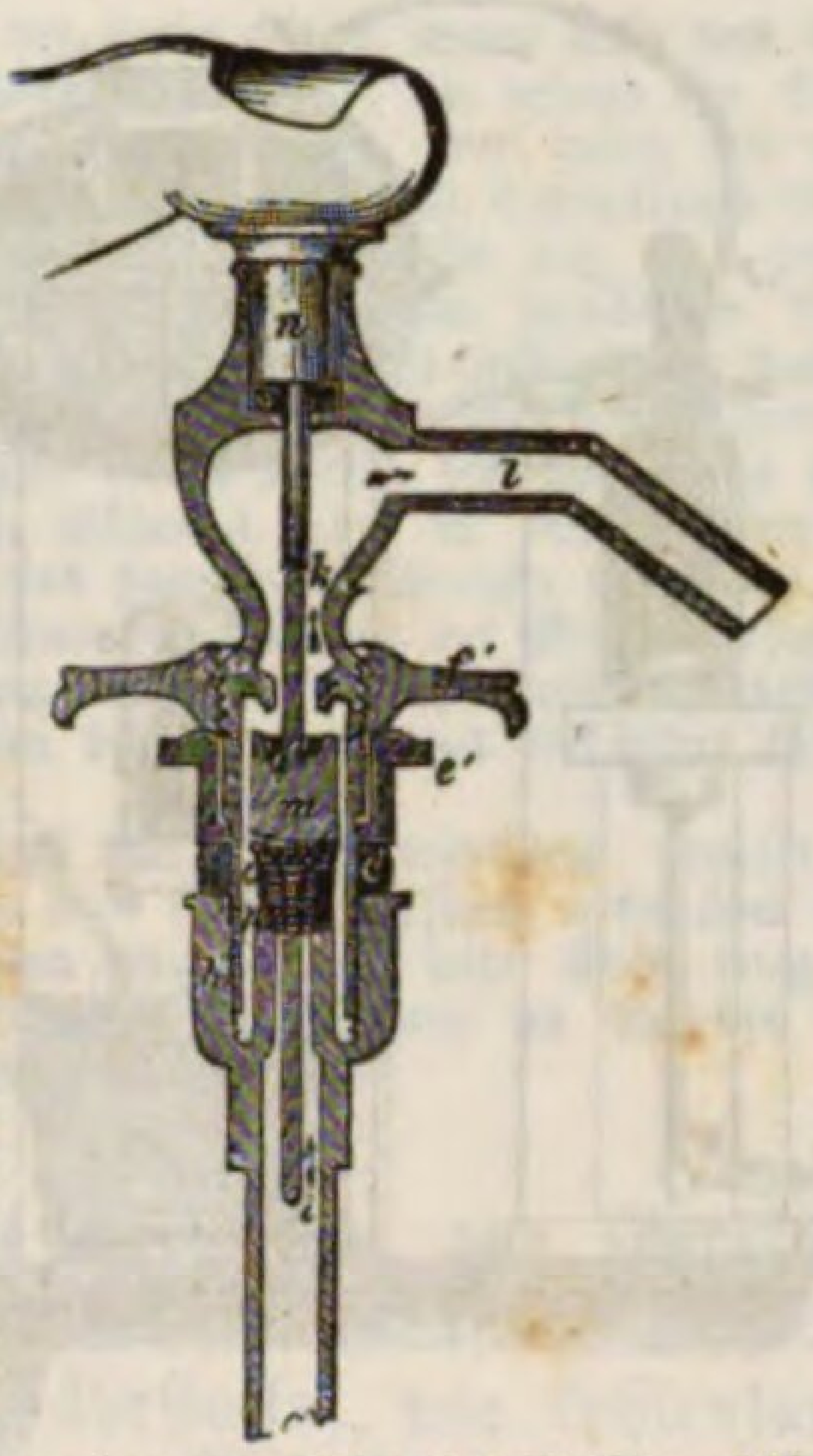
37.



38.



39.



Darstellung kohlensäurehaltiger Wässer und mussirender Getränke a. im Kleinen

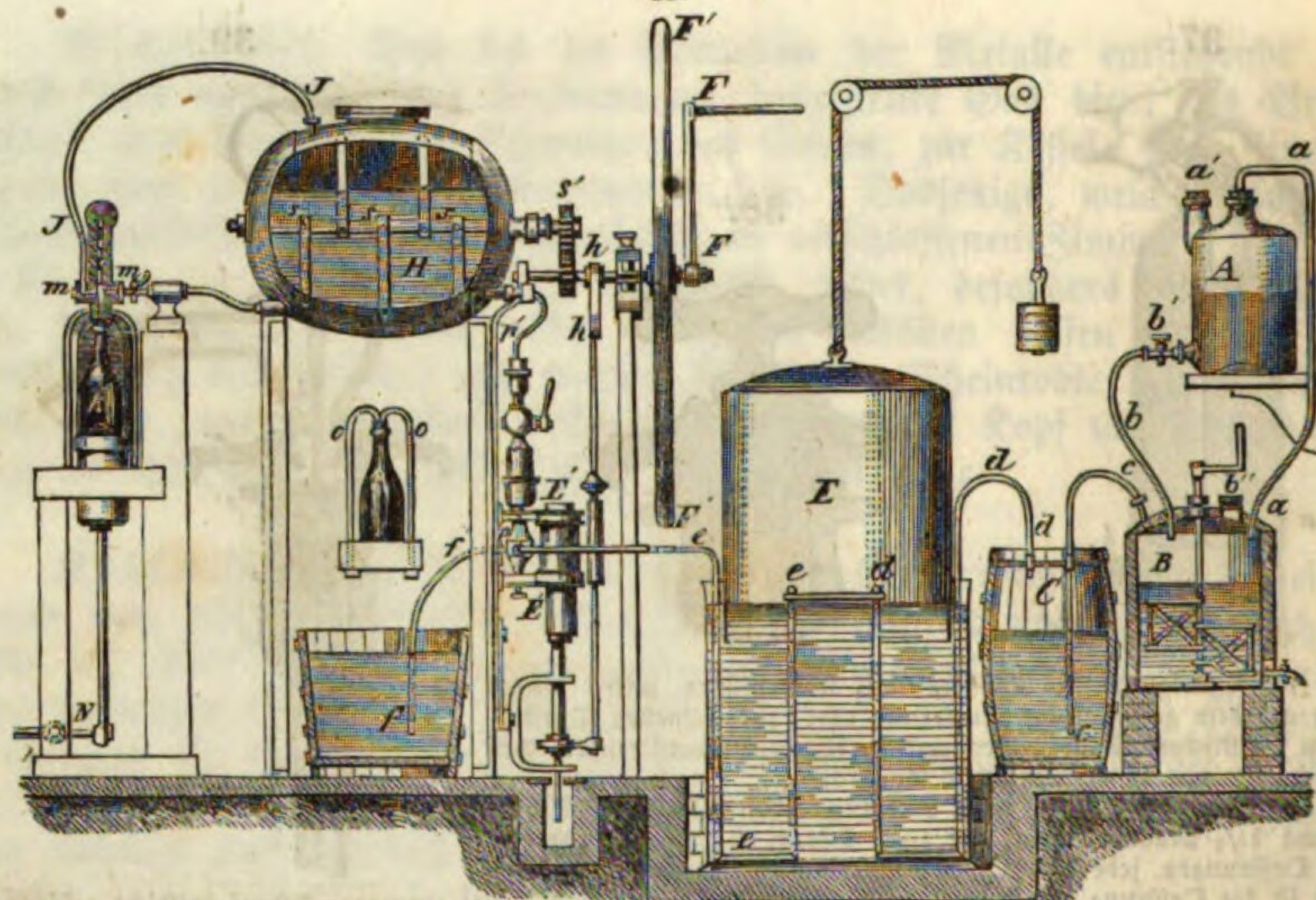
Zur Sättigung des Wassers mit Kohlensäure unter einem stärkeren als dem gewöhnlichen Luftdrucke oder zur schnellen Darstellung von künstlichem Sauerwasser und verschiedenen mussirenden Getränken im Kleinen ist der einfachste Apparat

der Gaserzeuger von Liebig. Ein Krug von Steinzeug, etwa $1^1/_2$ Maas haltend, hat zwei Böden, wovon der obere a von drei Oeffnungen, jede $1^1/_2$''' weit, schief durchbohrt ist. Nahe beim Boden a ist die Oeffnung b mit zinnerner Fassung. Sie wird von einem zinnernen Pfropf luftdicht geschlossen mittelst eines Kautschukringes c zwischen zwei Ansätzen d und e. d steht fest, e schiebt sich über dem vierkantigen Pfropf auf und ab und greift bajonettschloßähnlich in entsprechende Vorsprünge der Krugmündung. Hält man den Griff g fest und schraubt die scheibenförmige Mutter f zu, so drückt sie den Kautschukring nieder, so daß er zwischen d und e wulstartig c c hervortritt und dadurch die Mündung b vollkommen luftdicht ausfüllt.

Die obere Mündung des Kruges hat denselben luftdichten Verschluß wie die untere, durch Kautschukring c', Bajonettschluß e' und Scheibe f'. Der Pfropf ist aber hohl und verlängert sich in die bei h eingeschraubte Steigröhre bis auf etwa $^1/_2$'' vom oberen Boden a. Die im unteren Raume des Kruges entwickelte Kohlensäure drückt das Wasser nach i r k ins Auslaufrohr l. Der Weg ist aber bei r nur so lange offen, als man das Ventil m durch den Knopf n niederdrückt. Entfernt man den Finger wieder von n, so drückt die Spiralfeder o, welche auf dem hohlen Vorsprung p aufsitzt, das Ventil m in die Höhe, so daß sein versenkter Kautschukring q gegen den ringförmigen Vorsprung r drückt, wodurch luftdichter Verschluß eintritt. Der Knopf n ist durch die Stopfbüchse (Kautschukring) s gedichtet, damit beim Niederdrücken desselben keine Flüssigkeit durch die Fugen hervorgedrückt werde.

Den oberen Raum des Kruges füllt man mit Wasser, gießt ein halbes Glas voll wieder heraus, schraubt die Mündung zu, legt den Krug um und bringt bei b eine hinreichende Menge einer Kohlensäure entwickelnden Mischung ($^1/_2$ Unze doppeltkohlensaures Natron und $3^1/_2$ Drachmen Weinsteinsäure) nebst dem halben Glas Wasser in den unteren Raum und schraubt ebenfalls zu. Die Kohlensäure dringt dnrch die drei Löcher im oberen Boden zum Wasser und sättigt dieses. Der Ueberschuß drückt sowohl von unten als von oben auf das Wasser. Sobald daher das Ventil niedergedrückt wird, tritt das Wasser bei t in die Steigröhre und strömt aus l mit Heftigkeit hervor.

40.



b. im Großen.

Zur Darstellung kohlensäurehaltiger Wasser im Großen dient obenstehender Apparat. A ist die Säureflasche, a' die Oeffnung zum Nachfüllen. Durch den Hahn b' und die Bleiröhre b kann man die Säure in das Gefäß B von Gußeisen mit Blei oder Kupfer gefüttert, fließen lassen, welches Kalkstein enthält und durch die Bleiröhre aa mit der Säureflasche A in Verbindung steht, damit der Druck in beiden Gefäßen gleich ist. Es hat einen Rührapparat, um die Gasentwicklung zu befördern. Die Kohlensäure geht durch cc in den Waschapparat C, ein hölzernes mit Blei gefüttertes und halb mit Wasser gefülltes Faß, um mit übergerissene Säure oder Salzlösung zurückgehalten. Aus C geht die Kohlensäure durch die Röhre d d d in den Gasometer E, eine in Wasser gesenkte Glocke, die sich in dem Maaße hebt, als sie sich mit Gas füllt. Daraus wird die Kohlensäure durch die Pumpe E' mittelst der Kurbel F und der excentrischen Scheibe h h herausgezogen. Das Schwungrad F' sorgt für die Gleichmäßigkeit der Bewegung. Die Pumpe drückt die Kohlensäure durch das mit Hahn versehene Rohr p p' in den Condensator H. Zugleich saugt die Pumpe durch f' Wasser aus dem Kübel f und drückt dieses mit der Kohlensäure in den Condensator H, um es mit Kohlensäure zu sättigen, was noch befördert wird durch das Flügelrad s s s, welches gleichfalls durch die Kurbel F bewegt wird.

Durch Oeffnen des Hahnes m tritt das kohlensäurehaltige Wasser in die Flasche k, welche in eine halbcylindrische Fassung auf eine Kautschukscheibe gestellt wird, um beim Zerspringen den Arbeiter zu schützen. Die Röhre j gleicht den Druck aus Wenn die Flasche voll ist, wird der Hahn m geschlossen, der Pfropfen l', welchen man zuvor eingeweicht und in die Höhlung l ober dem Wasserleitungsrohr gelegt hat, durch einen Hebel herabgedrückt, der, indem er durch die Verengerung des Rohres dringt, sich zusammendrückt, und jetzt leicht in den Flascheninhalt geht, wo er sich sogleich ausdehnt und luftdicht schließt.

Durch Herablassen des Fußtrittes N wird die Flasche weggenommen, auf einen Tisch gebracht, wo durch zwei gebogene Eisenstangen o o der Kork festgehalten wird, bis man ihn mit Bindfaden oder Draht befestigt hat.

Man sättigt das Wasser gewöhnlich unter einem Druck von 6 bis 7 Atmosphären, den man durch den Wasserhahn p reguliren kann.

41.

Flüssige Kohlensäure.



Feste Kohlensäure.

42..



Zur Verdichtung der Kohlensäure und andrer coërcibler Gase in flüssiger und fester Form dient eine ähnliche Vorrichtung wie zum Laden der Windbüchsen. Der Schlauch s wird mit einem Kohlensäureentwicklungsgefäß verbunden. Die zugeleitete Kohlensäure tritt in den Pumpenstiefel l. Beim Umdrehen des Schwungrades wird dessen Kreisbewegung durch das Querstück (Schlitten) der Kolbenstange k in eine gradlinige Bewegung umgewandelt. Sie schiebt den Kolben im Stiefel abwechselnd aufwärts bis an sein oberstes Ende und abwärts bis etwas unter die Einmündung des Schlauches s herab. Beim Aufsteigen des Kolbens öffnet sich das Ventil der Flasche oder des Recipienten r nach oben, und alle in l befindliche Kohlensäure wird in die Flasche r getrieben. Zieht sich der Kolben wieder abwärts zurück, so schließt sich das Ventil und es tritt wieder Kohlensäure aus dem Entwicklungsgefäß durch s in l ein. Durch fortgesetztes Einpumpen der Kohlensäure in die Flasche r wird sie darin so zusammengepreßt, daß sie sich zur Flüssigkeit verdichtet.

Bringt man in das Kühlgefäß p Fig. 43, von welchem die Flasche r umgeben ist, während des Pumpens statt Wasser eine Frostmischung, schraubt

43.



44.



die Flasche nachher ab[1], kehrt sie um, so daß der Hahn n nach unten steht und öffnet diesen, indem man die Schraube t in die Höhe schraubt[2], so dringt ein Strahl flüssiger Kohlensäure aus n hervor, die ganz milchig erscheint, weil durch die rasche Verdunstung derselben so viel Wärme gebunden wird, daß ein Theil Kohlensäure schneeartig gefriert. Man sammelt die feste Kohlensäure in dem Gefäße Fig. 43, welches aus zwei messingblechenen Cylindern besteht. Beide haben einen gewölbten Boden und werden wie hier zusammengesteckt. Ein am oberen Cylinder festsitzender Haken a greift ebenso wie einer auf der andern Seite über einen Drahtring des andern Cylinders und verhindert so das Auseinandernehmen beider Theile, bis man sie so dreht, daß der Haken so an die Stelle b kommt. Die Röhre d führt in den Behälter und wird auf das Röhrchen n von Fig. 42 gesteckt und dann die Schraube t geöffnet. In dem Behälter angelangt, verdampft die Kohlensäure durch die in der Mitte vorhandene siebartige Durchlöcherung (Fig. 44), die sich innerhalb der hohlen Handgriffe befindet, während feste Kohlensäure zurückbleibt, die man beim Oeffnen des Behälters herausnehmen kann.

Die Flasche (Fig. 41 r) ist auf einen Druck von 150 Atmosphären probirt und kann daher ohne alle Gefahr benützt werden, da man für Kohlensäure nicht über 40—50 und für Stickstoffoxydul 50—60 Atmosphären anzuwenden hat. Man wiegt die Flasche von Zeit zu Zeit. Wenn sie 450 Gramme (15 Unzen) an Gewicht zugenommen hat, sind ²/₃ derselben voll flüssiger Kohlensäure.

Wichtigkeit. Die Kohlensäure der Luft wird von den Gewächsen eingeathmet, indem sie ihren Hauptbestandtheil, den Kohlenstoff liefert[3]) und vermittelt die Auflösung mehrerer Pflanzen-Nährstoffe, wie kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, phosphorsaurer Kalk und Kieselsäure. Das Wasser ist nur trinkbar, wenn es etwas Kohlensäure enthält. Sie bildet einen Hauptbestandtheil des Biers, der Schaumweine und Säuerlinge und dient zur Bereitung des Bleiweißes und zu anderen chemischen Präparaten. Sie verursacht aber auch oft den Erstickungstod in Bergwerken, Kellern und Brunnen, besonders Mineralquellen; sie ist ein betäubendes Gift, doch weniger heftig als Kohlenoxydgas. Wo man sie vermuthet, hält man ein brennendes Licht tief vor sich hin und kehrt um, sobald es erlöscht. In Brunnenschächte muß man so oft glühende Kohlen hinablassen, bis sie nicht mehr ausgehen. Die Keller müssen gelüftet werden oder man wirft in Kalkwasser getauchtes Stroh hinab. Am schnellsten wirkt Besprengen mit Salmiakgeist. Sind die Fässer mit Gährungsröhren versehen, welche in Kalkwasser ausmünden, so bleibt die Luft rein; Pottaschen- oder Sodaauflösung statt Kalkwasser liefert zugleich ein gut verwerthbares Nebenproduct, nämlich doppelt kohlensaures Salz. Verunglückte werden wie bei dem Kohlenoxydgas behandelt.

Die Verbindungen der Kohlensäure mit Basen heißen kohlensaure Salze oder **Carbonate** von Carboneum Kohlenstoff.

Ausmittlung. In freiem Zustand trübt die Kohlensäure Kalk- und Barytwasser und in gebundenem Zustand wird sie von andern Säuren unter Aufbrausen ausgetrieben.

Leuchtgas, C_4H_4. Eigenschaften. Ein farbloses beständiges Gas von eigenthümlichem Geruch, etwas leichter als die atmosphärische Luft, in Wasser wenig löslich, wirkt eingeathmet sehr giftig und verbrennt mit gelber, hellleuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser. Mit Sauerstoff gemengt und entzündet verpufft es sehr heftig, mit Chlorgas verbindet es sich zu einem ölartigen Körper, dem Chloräther oder schweren Salzäther und heißt daher auch **ölbildendes Gas**.

Vorkommen. Es wird nur künstlich erhalten.

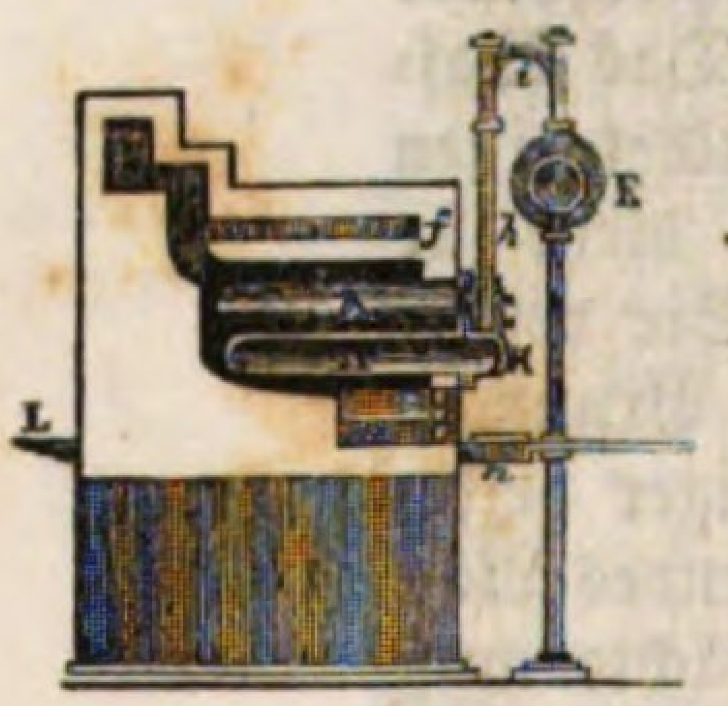
Es ist wenig in Wasser löslich, aber wie Kohlenoxydgas, leicht in Kupferchlorürlösung.

1) Es kann dabei natürlich keine Kohlensäure entweichen, weil sie auf das sich nach innen öffnende Ventil drückt und es dadurch luftdicht verschlossen hält.
2) Den Zapfen eines gewöhnlichen Hahnes würde das verdichtete Gas herausdrücken.
3) Sie athmen zwar bei Nacht wieder Kohlensäure aus, allein die ganze Nacht nicht mehr, als sie in einer halben Stunde des Tages aufnehmen.

Darstellung. Man erhitzt ein Theil Weingeist mit vier Theilen concentrirter Schwefelsäure, welche diesem die Elemente des Wassers entzieht: $C_4H_5O + SO_3 = SO_3,HO + C_4H_4$. Billiger und daher im Großen zur Gasbeleuchtung erhält man es durch trockene Destillation der Harze und Fette oder am gewöhnlichsten der Steinkohlen, welche gleichfalls Harz enthalten, oder des Holzes. Von den Kohlen sind daher blos die Backkohlen brauchbar, d. h. jene, deren Pulver vermöge ihres Harzgehaltes beim Erhitzen fest zusammenbacken, sie heißen auch Fett- oder Gaskohlen. Die Sinterkohle backt nur wenig, die Sandkohle, Esch- oder magere Kohle gar nicht. Von den Holzarten verwendet man gewöhnlich Nadelholz, weniger wegen seines Harzgehaltes, denn viele Laubhölzer liefern noch mehr Gas als Nadelholz, sondern wegen seiner Billigkeit.

Das Holz liefert mehr Gas (1 Zollcentner lufttrockenes Tannenholz 300—1000 engl. Cubikfuß) als die Steinkohle (300 bis 700 Cubf.) und wird daher jetzt häufig zu Gas benützt, wo es billig zu haben ist. Man hielt das Holz lange für unbrauchbar zur Gasfabrikation. Die Steinkohle erfordert nämlich so hohe Temperatur zur Zersetzung, daß sich dabei fast der ganze Harzgehalt in Leuchtgas verwandelt. Das Holz zersetzt sich aber schon bei so niedriger Temperatur, daß sich dabei wenig Leuchtgas und mehr Harz und Oel oder Theerdämpfe entwickeln. Man beschickt daher die Retorten mit sehr wenig Holz, damit sich die Dämpfe an den glühenden Flächen in Leuchtgas zersetzen.

45. Die Gasretorten, worin man Holz oder Steinkohle erhitzt, sind halbrunde Röhren A (Fig. 45 u. 46) mit Deckeln, welche mit Lehm bestrichen und aufgeschraubt werden.*



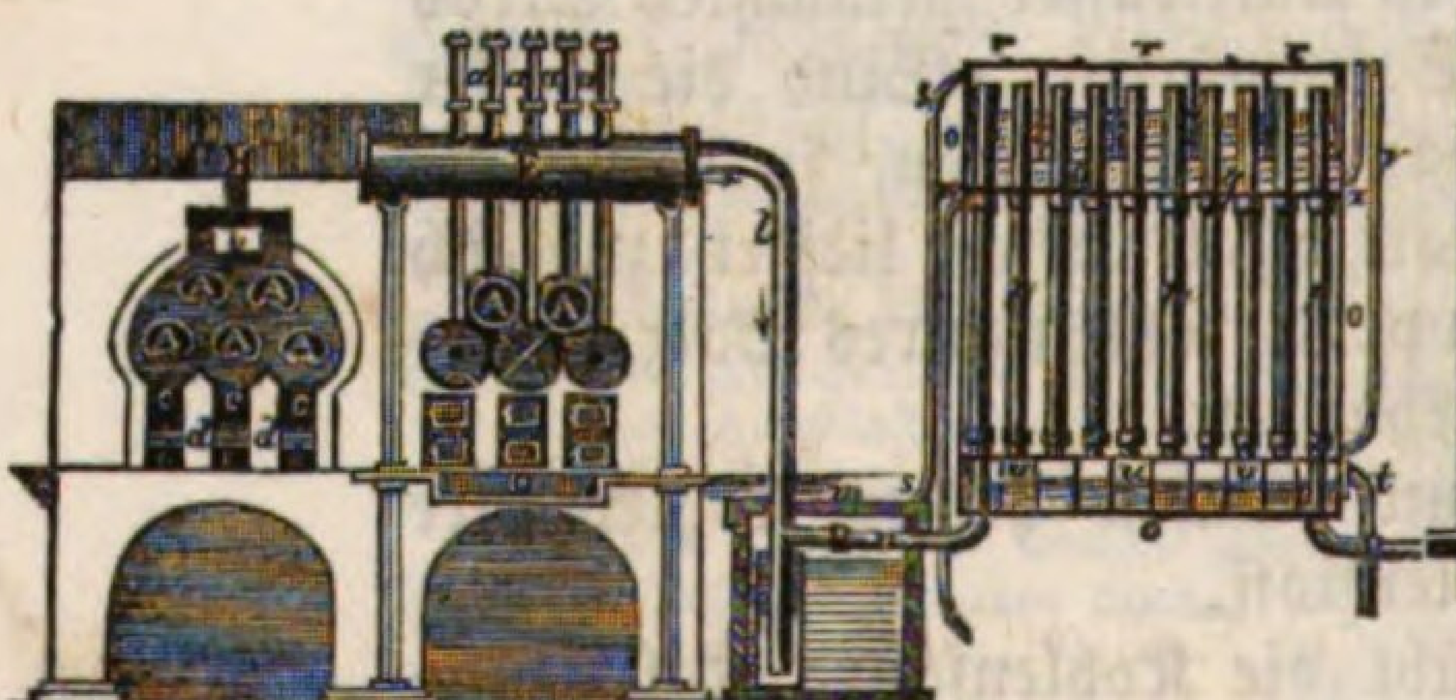
48a.



47.



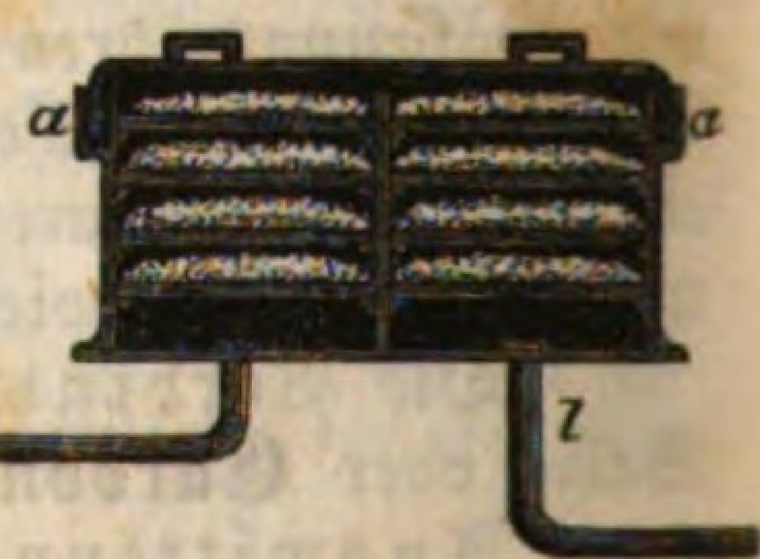
46.



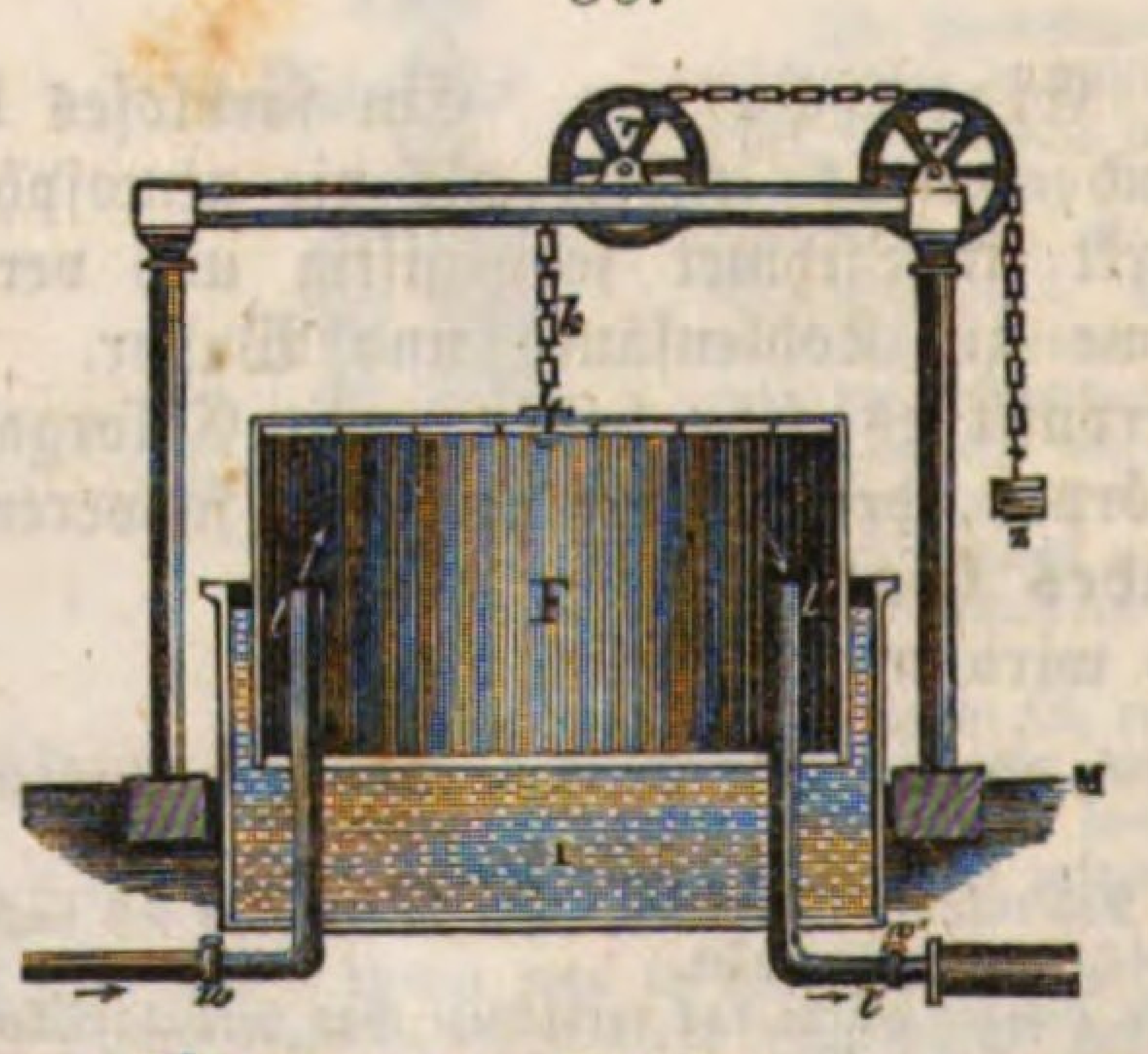
48b.



49.



50.



* Die Retorten waren früher immer von Gußeisen, aber wegen des höheren Preises und der schnellen Abnützung sind sie jetzt für Kohlengas gewöhnlich von Thon, für Holzgas aber noch von Eisen, weil der

thon hier wegen zu starken Temperaturwechsels zu leicht springt. Auch liefern die eisernen wegen rascherer Heizung mehr Leuchtgas, die thönernen mehr Essig, Theer und Kohle.

Die Steinkohle entwickelt außer Leuchtgas Grubengas, Kohlenoxydgas und Wasserstoff, welche allein zur Beleuchtung brauchbar sind, auch noch Wasser, Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Theer, Stickstoff und, wenn die Kohle Schwefel enthält, auch noch Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff. Das Holz liefert statt Ammoniak Essigsäure und mehr Kohlensäure, aber keinen Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff. Das Gas muß daher von diesen Beimengungen gereinigt werden. Wasser, Ammoniak, Theer und Essigsäure werden durch Abkühlung oder Condensation und Waschen mit Wasser, Kohlensüure und Schwefelwasserstoff mittelst Absorption durch Kalk und Schwefelkohlenstoff durch eine Lösung von Bleioxyd in Natronlauge entfernt, womit man Sägespähne befeuchtet. Stickstoff ist nicht zu beseitigen, doch ist die Menge desselben nicht beträchtlich.

Die Kohlensäure ist nicht blos unverbrennbar, sondern sie bildet auch mit dem ausgeschiedenen Kohlenstoff, welcher das Leuchten bedingt, Kohlenoxydgas, das nur wenig leuchtet.

Aus der Retorte geht das Gas in die Vorlage (E), einen eisernen Cylinder, welcher von Wasser umgeben ist. In der Vorlage verdichtet sich ein Theil des Theers, der Essigsäure und der Wasserdämpfe. Die verdichtete Flüssigkeit rinnt in die Theergrube m.

Aus der Vorlage gelangt das Gas in den Condensator (Fig. 46rr), ein mit Wasser gefülltes Gefäß, welches das Leitungsrohr in zahlreichen Windungen (pp) durchlauft. Dadurch wird die Abkühlung des Gases und damit die Verdichtung von Theer und Essigsäure größtentheils vollendet.

Aus dem Condensator tritt das Gas in das erste Waschgefäß (oder den Scrubber) (Fig. 47), einen mit Coocksstücken oder Reißig gefüllten Eisencylinder und zwar von unten nach oben und gelangt (bei a) in das zweite Waschgefäß, welches es von oben nach unten durchzieht. Im oberen Theil beider Gefäße strömt das Wasser aus einer Brause (b) ein und lauft im unteren Theil wieder ab. Dadurch wird ein weiterer Antheil von Theer und Essigsäure oder Ammoniak verdichtet und mit dem Wasser abgeführt.

Durch den Druck, welcher durch die Gasansammlung zwischen Retorte und Vorlage entsteht, werden, besonders bei Holzgas, welches sich sehr rasch entwickelt, die durch die Hitze erweichenden Wände der eisernen Retorten zu Blasen und Beulen aufgetrieben und die porösen Wände der Thonretorten von Gas durchdrungen. Das Gas muß daher aus den Retorten ausgesaugt werden. Es wird deshalb aus den Waschgefäßen in einen Saugapparat oder Exhaustor geleitet.

Der Exhaustor[1]) (Fig. 48 a und b) ist ein liegender cylindrischer oder viereckiger Kasten (a), welcher etwa zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllt ist und ein Schöpfrad enthält. Dieses besteht aus einer horizontalen Axe (b), welche von einem Cylinder c umgeben ist. Der Cylinder ist mit 4 Schaufeln (dddd) besetzt. Er ist aber länger als die Schaufeln und ragt daher zu beiden Seiten über dieselben hervor. Die Schaufeln bilden 4 Fächer, wovon jedes mit dem Cylinder durch Oeffnungen in Verbindung steht. Oben ist das Schöpfrad von einem Mantel (ee) umgeben. Wenn nun das Gas (bei e) in den inneren Raum (g) eintritt, so ergreifen es die Schaufeln und nehmen es mit sich unter Wasser. Es wird dadurch in den Cylinder (c) gepreßt, aus dessen bei-

1) Es giebt Exhaustoren von verschiedener Einrichtung. Hier ist der von Grafton, als der einfachste aufgeführt.

den Enden durch das Wasser in den äußeren Raum (hh) und durch die Röhren (l') nach dem Gasometer. Das Gas wird dadurch nicht blos aus der Retorte gesaugt, sondern auch nochmals gewaschen. Vom Exhaustor gelangt das Gas in den

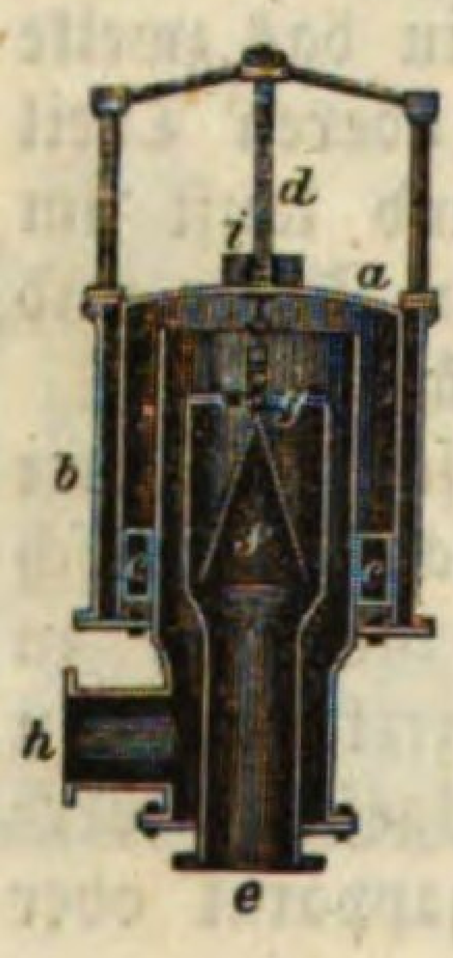
Reinigungsapparat (Fig. 49), einen viereckigen eisernen Kasten, welcher mehrere Hürden enthält, auf denen gelöschter Kalk angebracht ist. Der Rand des Kastens bildet eine mit Wasser gefüllte Rinne (aa), worin der Deckel sitzt, um einen luftdichten Verschluß zu bilden. Der Kalk ist so viel angefeuchtet, daß er sich ballt und nicht durch die Hürden fällt. Er absorbirt Kohlensäure und Schwefelwasserstoff.

Zur Absorption des Schwefelwasserstoffs ist besonders wirksam das Laming'sche Pulver, welches man erhält, wenn man 1 Theil gelöschten Kalk mit 1 Theil Sägspähnen und 1 Theil in Wasser gelösten Eisenvitriol mengt und 1 Tag an der Luft liegen läßt. Eisenvitriol oder schwefelsaures Eisenoxydul und kohlensaurer Kalk zersetzen sich in schwefelsauren Kalk und kohlensaures Eisenoxydulhydrat. Letzteres verwandelt sich an der Luft in Eisenoxydhydrat. Dieses bildet mit Schwefelwasserstoff Schwefeleisen, welches durch Aussetzen an die Luft wieder in Eisenoxydhydrat übergeht und daher von Neuem anwendbar ist.

Vom Reinigungsapparat geht das Gas in den

Gasometer oder Gasbehälter (Fig. 50), wo es sich ansammelt. Er ist ein großer blecherner Kasten, der unten offen und oben geschlossen ist und in Wasser steht. Vom Gasometer geht das Gas an die Orte, wo es verbrannt wird. In den Zeiten, wo mehr Gas verbraucht wird, läßt der Druck nach und es strömt weniger Gas aus den Brennern, die Flammen werden daher zu schwach. Um den Druck des Gases nach dem Verbrauch zu regeln, wird es aus dem Gasometer vor seinem Abgang in die Röhrenleitung noch durch den Regulator geführt.

51.



Der Regulator (Fig. 51) ist eine eiserne Glocke (a), welche in einem mit Wasser gefüllten Gefäß b umgestürzt ist. Um die Glocke in senkrechter Stellung zu erhalten, hat sie am untern Rand einen mit Luft gefüllten Schwimmkasten (c) und oben eine Stange (d), welche sich zwischen 2 Rollen bewegt. Die Stange hat eine Maaßeintheilung. Je mehr Gas durch das innere Rohr (e) eintritt, desto mehr hebt sich die Glocke und mit ihr das daran aufgehängte Kegelventil (f). Je mehr sich dieses hebt, desto mehr verengert es die Oeffnung (g), bis es dieselbe endlich ganz schließt. Durch das äußere Rohr tritt das Gas (bei h) aus. Durch Gewichte (i), welche man auf die Glocke legt, wird diese niedergedrückt. Der Kegel (f) sinkt, es tritt mehr Gas ein und der Druck wird dadurch verstärkt.

Um aus Fetten und Harzen Leuchtgas zu erhalten, läßt man sie in geschmolzenem Zustande in glühende mit Cooksstückchen gefüllte Cylinder tropfen.

Wichtigkeit. Das Leuchtgas bildet den Hauptbestandtheil der Flamme fast aller Leucht- und Brennmaterialien, besonders der Wachs- und Talgkerzen, der Oellampen, der Holz- und Steinkohlenflamme u. s. w. Das Gaslicht hat wegen seiner Reinheit größere Leucht- und Heizkraft. Die Gasflamme dient daher nicht blos zur Beleuchtung, sondern auch als Heizmittel zum Löthen, im chemischen Laboratorium statt Weingeist und Kohlenfeuer und selbst zum Kochen der Speisen. Statt Wasserstoff dient es zum Knallgasgebläse und zum Füllen der Luftballone, weil es billiger ist.

Die Dochte. Sucht man ein Stück Fett u. s. w. an einer Stelle anzuzünden, so brennt es nicht eher, als bis die ganze Masse bis zur Entzündung erhitzt ist, und dann brennt aber die ganze Oberfläche des Fettes. Der Docht besteht aus feinen Fasern, welche durch Haarröhrchenanziehung immer nur so viel

Fett auf die Verbrennungsstelle führen, als sich durch die Verbrennung verzehrt. Zugleich ist der Faserstoff ein schlechter Wärmeleiter, welcher die Wärmeentziehung durch das noch kalte Fett verhindert.

Der Baumwollenfaden bewirkt die Aufsaugung am besten, die Leinendochte wurden daher von den baumwollenen ganz verdrängt. Doch setzt man häufig einige Leinfäden zu, weil letztere sparsamer brennen. Saugt der Docht mehr auf, als verbrennen kann, so qualmt das Licht. Er muß daher in richtigem Verhältnisse zu dem Lichte stehen, etwa $1/6$ der Kerzendicke haben. Eine hinreichende Dicke und Zusatz einiger Leinenfäden ist auch nöthig, um ihn aufrecht zu erhalten, weil er sich sonst biegt und das Ablaufen der Kerzen veranlaßt. Der Docht muß vollkommen trocken sein, sonst spritzt und knistert er.

Die Talgkerzen müssen **geputzt** werden. Der Talg ist leichter schmelzbar und leichter verdampfbar als Wachs und Stearin, wird daher schon im untersten Theile des Dochtes zersetzt, so daß der obere Theil unverändert in der Flamme stehen bleibt und dieselbe nach und nach verdunkelt. Stearin und noch mehr Wachs und Wallrath werden dagegen bis an die Spitze gesaugt und es bietet hier auch ein dünnerer Docht einen hinlänglichen Verbrennungsheerd dar. Ein solcher dünner Docht biegt sich aber zur Seite, tritt daher mit dem Ende aus der Flamme hervor und verglimmt so durch den Luftzutritt zu Asche, die abfällt, so daß sich solche Kerzen fortwährend selbst putzen. Die Krümmung bewirkt hier nicht so leicht ein Ablaufen, weil der Docht dünn und das Material nicht so leicht schmelzbar ist.

Für Stearinkerzen hat man geflochtene Dochte. Sie sollen durch ihre Dichtigkeit die Aufsaugung verzögern, weil das Stearin zu rasch verbrennt. Sie neigen sich aber auch stärker aus der Flamme, als die gedrehten, was auch bei Stearinkerzen nöthiger ist, weil sie sich schon mehr den Talgkerzen ähnlich verhalten. Sind die geflochtenen Dochte dick, wie bei Talgkerzen, so erhalten sie sich durch die Stellung ihrer Fäden aufrecht.

Palmer in England hat Talgkerzendochte erfunden, die so um einander gewunden sind, daß sie einander gegenüber aus der Flamme hervorstehen und das Putzen ersparen, ohne daß der Docht umfällt.

Auch wenn man die Dochte steift, entweder durch Tränken mit der Auflösung einer feuerbeständigen Säure wie Borarsäure, oder indem man sie mit durch Schwefelsäure angesäuertem Wasser tränkt, damit sie leichter verkohlen, krümmt sich gleichfalls der obere Theil des Dochtes aus der Flamme und veräschert.

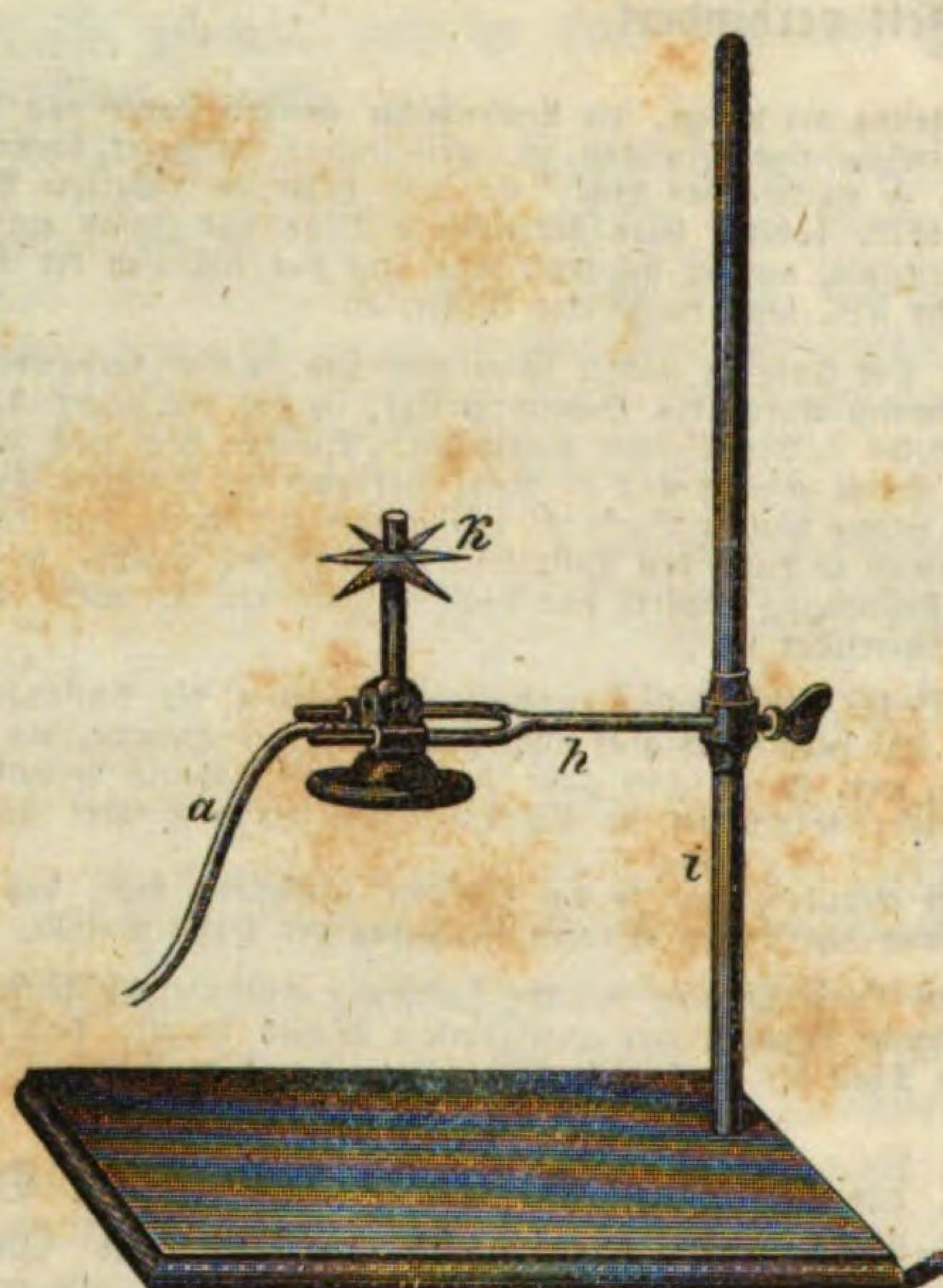
52\. Man unterscheidet an der Lichtflamme vier Theile. 1. Den dunkeln Kern **a**, er besteht aus noch nicht entzündetem Gas, 2. eine innere leuchtende Hülle: hier verbrennt zuerst der Wasserstoff, der Kohlenstoff wird als feines Pulver ausgeschieden, kommt durch die Hitze des brennenden Wasserstoffes in helles Glühen und wirft als undurchsichtiger Körper das Licht zurück, daher die Flamme leuchtet. 3. Eine äußere dunkle Hülle, in welcher endlich auch der Kohlenstoff verbrennt, 4. eine blaue Basis: da das heiße Gas in die Höhe strömt, so ist unten weniger zu verbrennen und findet daher so viel Sauerstoff, daß nicht blos der Wasserstoff, sondern auch der Kohlenstoff verbrennt, jedoch vorläufig zu Kohlenoxyd; dieses verbrennt dann im äußeren Umfange mit blauer Farbe zu Kohlensäure. Die Lichtflamme.

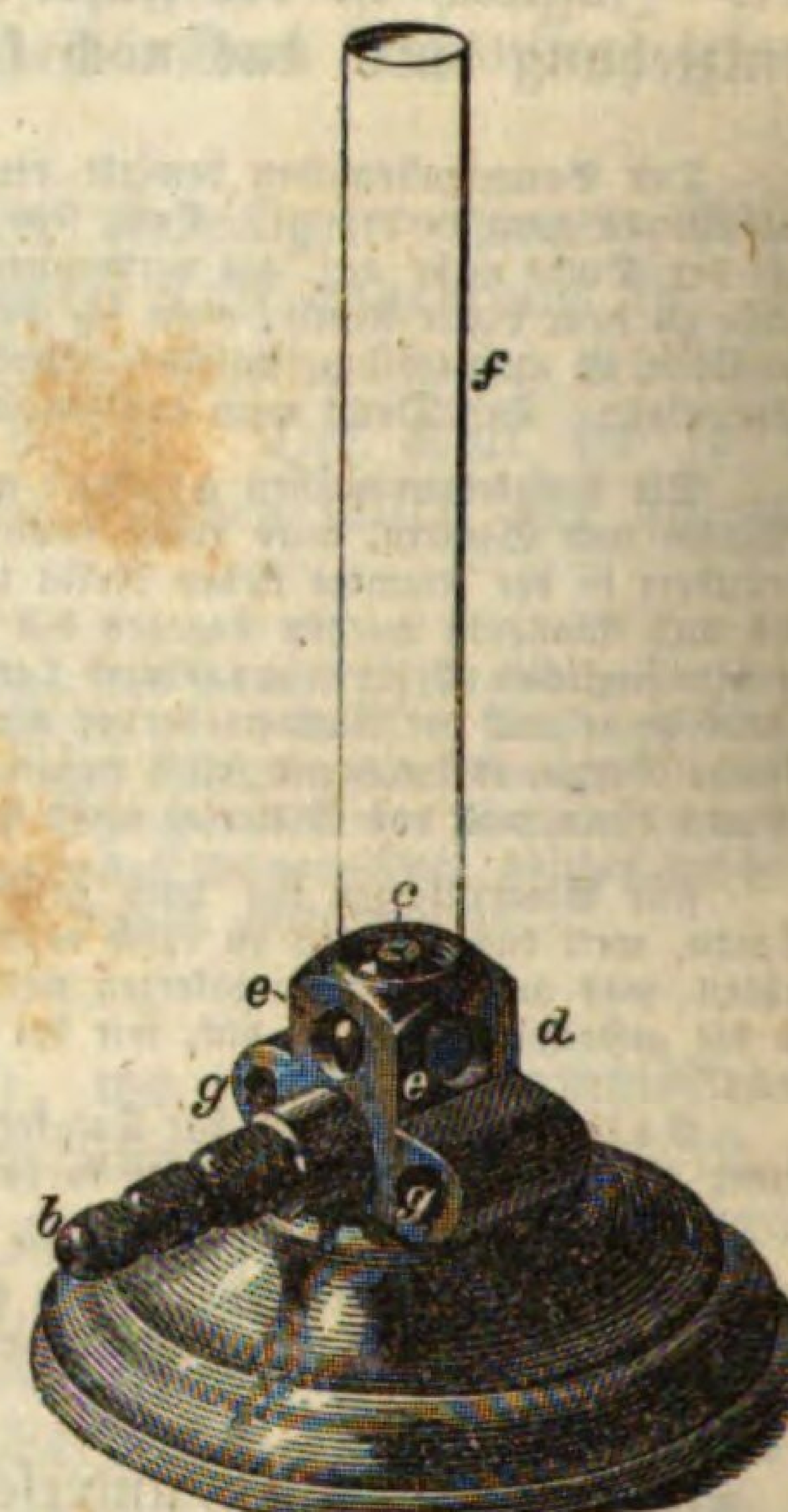


Die Flamme ist glühendes Gas. Mit Flamme verbrennen daher nur die Körper, welche sich beim Erhitzen verflüchtigen, wie Fette, Weingeist, Phosphor, Zink. Feuerbeständige Körper dagegen wie Eisen und (wasserstofffreie) Kohle verbrennen ohne Flamme. Bestehen die Flammen, wie die des Wasserstoffs und Schwefels aus reinem Gase, so leuchten sie beim Glühen, wegen ihrer geringen Masse, nur wenig. Hält man aber einen festen Körper hinein, z. B. Kreide in die Wasserstoffflamme, oder scheiden die Flammen freien Kohlenstoff aus, wie die des Leuchtgases, ~~des Phosphors und Zinks~~, so leuchten sie.

Die gewöhnliche Leuchtgasflamme zeigt dieselbe Beschaffenheit, rußt aber auch eben so stark wie diese. Man bedient sich daher zum Heizen bei kleinen chemischen Arbeiten der Weingeistlampe, welche nicht rußt. Dieselbe ist aber fast überall, wo man Gaseinrichtung hat, jetzt von der **Bunsen'schen Gaslampe** verdrängt. Sie rußt gleichfalls nicht, liefert aber eine stärkere Hitze, läßt sich leichter reguliren und ist überhaupt weit bequemer als die Weingeistlampe. Bunsen's Gaslampe.

53. 54.





Das Gas gelangt durch einen Kautschukschlauch a (Fig. 53) in die Röhre b (Fig. 54), strömt durch die Yförmige Mündung c (Fig. 54) aus und würde hier mit gewöhnlicher gelber rußender Flamme brennen. Nun ist aber die Mündung c mit der Hülse d umgeben, welche von 4 Löchern ee durchbohrt ist. Wird die Röhre f über c aufgeschraubt, so strömt die Luft durch die Löcher ee ein, entweicht durch die Röhre f und bewirkt einen starken Luftzug. Dadurch verbrennt (am oberen Ende der Röhre f) nicht blos der Wasserstoff des Leuchtgases, sondern auch der Kohlenstoff, dieser aber im Innern der Flamme blos zu Kohlenoxyd, und letzteres dann nach außen zu Kohlensäure. Die ganze Flamme ist daher blau und rußfrei. Die Lampe hat einen Fuß zum Stehen, ist aber auch, mit den Löchern gg auf eine Gabel h (Fig. 53) gesteckt, zum Auf- und Abschieben an einem Stativ gerichtet.

Die Strahlen k (Fig. 53) dienen zum Aufstecken einer durchbohrten Porzellanschale zum Auffangen überlaufender Flüssigkeit aus einer darüber erhitzten Schale.

Grubengas. Das Grubengas C_2H_4. Eigenschaften. Ein farbloses, in reinem Zustand geruchloses, beständiges Gas, bedeutend leichter als die atmosphärische Luft, in Wasser wenig löslich, verbrennt mit blaßblauer, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser verpufft mit Sauerstoff heftig und ist zum Athmen untauglich.

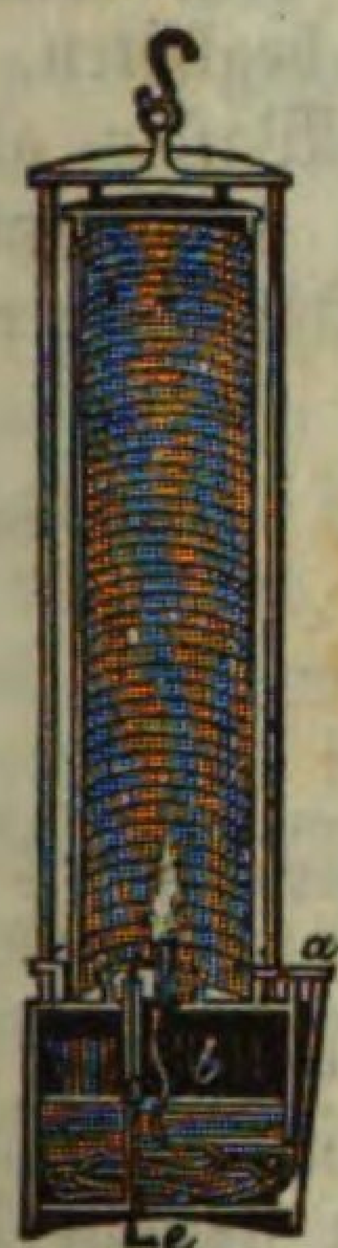
Vorkommen. Es findet sich in Sümpfen (Sumpfluft) und in Kohlenbergwerken (schlagende Wetter, feurige Schwaden).

Darstellung. Man erhitzt ein Gemenge von einem Atom gebranntem Kalk und einem Atom wasserfreiem essigsaurem Natron.

Wichtigkeit. Wenn es sich in Bergwerken mit Luft gemengt entzündet, richtet es große Verheerungen an.

55. 56.





Man bedient sich daher der Davy's'schen Sicherheitslampe, ein Cylinder von sehr feinem Drahtgewebe, in welchem das Licht brennt. Das eindringende Gas brennt zwar, die Flamme kann sich aber nicht nach außen verbreiten, weil das Drahtnetz als fester Körper die Wärme so schnell in die Ferne ausstrahlt, daß die Luftschichte, welche es von außen umgiebt, sich nicht bis zur Entzündung erhitzen kann.

Bei a gießt man das Oel in den Behälter b. Der Docht wird mit dem Drahte e geputzt. Bei einem Gehalte der Luft von 8% an Grubengas entzündet sich das im Drahtnetze befindliche Gas. Bei 20% verlöscht die Lampe, aber das Gas brennt um so lebhafter, bei 30% verlöscht auch das Gas. In den besser eingerichteten Lampen mit stärkerem Luftzuge verlöscht das Gasgemenge schon bei weit geringerem Gehalte von Grubengas.

Die beiden Kohlenwasserstoffverbindungen entstehen aber nicht blos aus organischen Substanzen. Wenn man Schwefelwasserstoffgas mit Schwefelkohlenstoffdampf über glühendes Eisen oder Kupfer leitet, so entsteht Schwefelmetall, Leuchtgas und Grubengas.

Stickstoff.

Eigenschaften. Der Stickstoff, N ist ein farb-, geruch-, und geschmackloses, beständiges Gas, wenig leichter als die atmosphärische Luft, wird von Wasser wenig verschluckt, unterhält weder das Athmen noch das Brennen und ist auch selbst nicht brennbar. Er verbindet sich mit andern Stoffen nur im Augenblicke, wo er aus einer Verbindung frei wird und unter Mitwirkung eines prädisponirenden Körpers.

Vorkommen. Bildet einen Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, worin er 79 Raumprocente beträgt, und einen Bestandtheil vieler organischer, namentlich thierischer Körper.

57.



Darstellung. Man entzieht der atmosphärischen Luft den Sauerstoff, indem man z. B. unter einer mit Wasser abgesperrten Glocke Phosphor verbrennt. Die entstehende Phosphorsäure löst sich in Wasser auf und Stickstoff bleibt zurück.

Wichtigkeit. Die Nahrungsmittel der Thiere enthalten zwar nur wenig Stickstoff, aber sie verlieren mit dieser kleinen Menge Stickstoff ihre Nähkraft vollkommen. Obgleich Stärkmehl der Hauptbestandtheil des Mehles und der Kartoffeln ist, so kann doch reines Stärkmehl den Hungertod nicht hindern. Als Gemengtheil der Luft mäßigt er die allzu heftige Einwirkung des Sauerstoffes auf die Lungen und bildet viele technisch wichtige Verbindungen.

Die atmosphärische Luft ist ein bloses Gemenge und keine chemische Verbindung, aus 79 Raumtheilen (76,7 Gewichtheilen) Stickstoff und 21 Raumtheilen (23,3 G.) Sauerstoff. Die Mengen beider bleiben sich an allen Orten und in allen Jahreszeiten gleich. Außerdem ist eine veränderliche Menge (0,0003 bis 0,0010 Volumtheile) Kohlensäure, eine noch mehr wechselnde Menge Wasser und sehr wenig kohlensaures Ammoniak vorhanden.

Wegen des beständig gleichen Verhältnisses zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff hielten Einige die Luft für eine chemische Verbindung von beiden. Aber

dagegen spricht: 1. Bei der Zusammensetzung der Luft tritt keine der Erscheinungen ein, welche chemische Verbindungen gewöhnlich begleiten, wie Wärmeentwicklung oder Volumverminderung. 2. Die vom Wasser absorbirte Luft enthält mehr Sauerstoff als die Luft der Atmosphäre. 3. Stimmen die Gewichtsmengen von Sauerstoff und Stickstoff nicht mit stöchiometrischen Zahlen überein.

23,3 : 76,7 = 8 : x; x = 26. Dividirt man 26 mit dem Atomgewichte des Stickstoffs = 175 :

$$\begin{array}{r} 26 \\ 14 \\ \hline 12 \end{array} \left| \begin{array}{c} 14 \\ \hline 1 \end{array} \right. \qquad \begin{array}{r} 26 \\ 28 \\ \hline \end{array} \left| \begin{array}{c} 14 \\ \hline 2 \end{array} \right.$$

so ist es mehr als einmal und weniger als zweimal darin enthalten, d. h. wenn man die Luft als aus einem Atom Sauerstoff und zwei Atomen Stickstoff bestehend annehmen wollte, so fehlte dazu so viel Stickstoff, daß man das Fehlende nicht mehr auf Rechnung eines blosen Beobachtungsfehlers setzen könnte.

Eigenschaften. Die atmosphärische Luft ist ein farb-, geruch- und geschmackloses, beständiges Gas, welches den Erdkörper in einer Höhe von etwa 27 geographischen Meilen umgiebt und dadurch einen starken Druck auf die Erdoberfläche und alle Gegenstände derselben ausübt, der auf den Quadratzoll etwa 14½ Pfund beträgt. Der Druck nimmt mit der Entfernung von der Erde allmälig ab und verändert sich durch Winde, Verdunstung, Wolkenbildung u. dgl. fortwährend. Der Luftdruck kann einer Wassersäule von 32 Fuß und einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Geichgewicht halten[1]).

Barometer. Man benützt daher die Quecksilbersäule, um den Luftdruck zu messen. Das Instrument zur Messung des Luftdrucks heißt **Barometer.**

58.



Er besteht aus einer Glasröhre, die oben bei a geschlossen und am unteren Ende etwas aufwärts gebogen sich in einem offenen Gefäße endigt. Man füllt die Röhre durch Umkehren mit Quecksilber, so daß es, vom Ende a an, die ganze Röhre füllt. Bringt man sie nun wieder in aufrechte Stellung, so fällt das Quecksilber so weit, daß es (bis c) eine Höhe von 28 Zoll hat und diese Säule wird nun von dem (bei b wirkenden) Drucke der Luft getragen und wird bei Zunahme des Druckes steigen und bei der Abnahme fallen. Als Wetterprophet kann der Barometer insoferne gelten, als die atmosphärische Luft specifisch schwerer ist als das Wassergas. Nimmt man wie gewöhnlich die atmosphärische Luft für die Gasarten als Einheit an, so hat das Wassergas nur 0,625 specifisches Gewicht. Da nun bei herannahendem Regen die Luft mehr Wassergas enthält als bei heiterem Himmel, so muß der Barometer bei Regenluft fallen und bei trocknem Wetter steigen.

Die chemischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft beruhen vorzüglich auf ihrer oxydirenden Kraft. Der Stickstoff ist dabei in der Regel ohne Wirkung. Das Athmen, die Verbrennung, das Rosten der Metalle, Gährung und Fäulniß lassen sich nur aus der Wirkung des Sauerstoffes erklären.

Chemische Verbindungen des Stickstoffs. Mit dem Sauerstoff bildet der Stickstoff 5 Verbindungen: 1. das Stickstoffoxydul NO, 2. das Stickstoffoxyd NO_2, 3. die salpetrige Säure NO_3, 4. die Untersalpetersäure NO_4 und 5. die Salpetersäure NO_5.

Stickstoffoxydul, NO. Eigenschaften. Ein unbeständiges Gas von angenehm süßlichen Geschmack und Geruch, schwerer als die atmosphärische Luft, unterhält das Brennen lebhafter als diese, ein glimmender Spahn bricht

---

1) Das Quecksilber ist 13,6mal so schwer als Wasser, eine Wassersäule muß daher auch 13,6mal so hoch sein, als eine Quecksilbersäule von demselben Durchmesser, wenn sie denselben Druck ausüben soll wie diese. Eine Quecksilbersäule von 28″ entspricht demnach einer Wassersäule von 13,6 × 28″ = 380,8″ = 31,7 oder nahezu 32′.

darin in Flamme aus, erzeugt beim Einathmen Heiterkeit und Berauschung (daher *Lustgas*), endlich aber Wahnsinn oder Schlagfluß.

Vorkommen. Es wird nur künstlich erhalten.

Darstellung. Entsteht beim Auflösen von Zink in sehr verdünnter Salpetersäure: $5\,Zn + 6\,NO_5 = 5\,ZnO, NO_5 + NO$ und beim Schmelzen von salpetersaurem Ammoniak.

Es findet keine Anwendung.

Stickstoffoxyd, (Salpetergas) NO_2. *Eigenschaften.* Ein farbloses, beständiges Gas von unbekanntem Geruch und Geschmack, etwas schwerer als die atmosphärische Luft, zum Athmen untauglich, unterhält das Brennen nur weniger Körper (Phosphor, Kalium und stark glühende Kohle), an der Luft oxydirt es sich sogleich zu Untersalpetersäure. Lösungen von Eisenoxydulsalzen färbt es dunkelbraun.

Vorkommen. Es wird nur künstlich erhalten.

Darstellung. Entsteht beim Auflösen von Kupfer, Silber, Quecksilber und anderen Stoffen in mäßig verdünnter Salpetersäure: $3\,Cu + 4\,NO_5 = 3\,CuO, NO_5 + NO_2$.

Wichtigkeit. Es wird benützt bei der Schwefelsäurefabrikation.

Die *salpetrige Säure* NO_3 ist ein rothgelbes, unbeständiges Gas, bei — 16° eine dunkelblaue Flüssigkeit von stechendem, erstickendem Geruch und saurem Geschmack, welche sich auch in Wasser mit blauer Farbe auflöst, aber beim Erwärmen damit in Salpetersäure und Stickstoffoxyd zerfällt: $3\,NO_3 + HO = 2\,NO_2 + NO_5,HO$.

Vorkommen. Sie wird nur künstlich erhalten.

Darstellung. Sie entsteht beim Glühen salpetersaurer Alkalien, indem diese unter Entwicklung von 2 Atomen Sauerstoff in salpetrigsaure Salze übergehen.

Wichtigkeit. Sie ist zwar ein kräftiges Oxydationsmittel, findet aber keine Anwendung, weil die Untersalpetersäure leichter darzustellen ist.

Die salpetrigsauren Salze heißen *Nitrite*.

Die *Untersalpetersäure*, NO_4 ist eine rothgelbe Flüssigkeit von starkem Geruch und heftig saurem Geschmack, die bei — 16° zur farblosen krystallinischen Masse erstarrt, bei + 22° kocht und einen rothbraunen Dampf bildet, der bei stärkerer Hitze dunkler wird und sehr ätzend wirkt. Durch Glühhitze zerfällt sie in Stickstoff und Sauerstoff und durch Wasser in Salpetersäure und salpetrige Säure: $2\,NO_4 + HO = NO_3 + NO_5,HO$. Sie bildet daher kein Hydrat und mit Basen keine Salze und wird deshalb von Einigen nicht als eigene Oxydationsstufe angesehen, sondern als eine Verbindung der salpetrigen mit der Salpetersäure. Da sie sich jedoch mit vielen organischen Körpern verbindet, so muß sie als einfache Oxydationsstufe betrachtet werden.

Vorkommen. Sie wird nur künstlich erhalten.

Darstellung. Sie entsteht entweder durch Oxydation des Stickstoffoxyds, daher beim Auflösen der Metalle in Salpetersäure unter Luftzutritt oder durch Desoxydation der Salpetersäure z. B. beim Glühen von salpetersaurem Bleioxyd.

Wichtigkeit. Sie ist ein kräftiges Oxydationsmittel, noch mehr als die Salpetersäure und ist deshalb sehr wichtig zur Umwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure und zur Oxydation schwer oxydirbarer Metalle.

Salpetersäure, NO_5. Die wasserfreie Säure krystallisirt in farblosen Prismen, schmilzt bei 24° R., siedet bei 36°, zieht sehr begierig Wasser an und entsteht durch Zersetzung von salpetersaurem Silber mit trocknem Chlorgas, hat aber noch keine Anwendung gefunden. Wichtiger sind ihre beiden Hydrate: NO_5,HO und $NO_5,4HO$.

Das **erste Salpetersäurehydrat** oder die rauchende Salpetersäure, NO_5, HO ist eine farblose, rauchende Flüssigkeit von 1,52 specifischem Gewicht, welche sich durch Wasserzusatz erhitzt, am Lichte gelblich färbt, indem ein Theil in Untersalpetersäure und Sauerstoff zerfällt.

Das **zweite Salpetersäurehydrat oder Scheidewasser** NO_5, 4 HO, unterscheidet sich vom ersten dadurch, daß es weder raucht, noch am Lichte gelb wird, und nur 1,42 specifisches Gewicht hat.

Beide Hydrate haben einen eigenthümlichen Geruch, sehr starken, bitterlich sauren Geschmack, färben organische Körper gelb und zerstören sie endlich ganz.

Vorkommen. Die Salpetersäure findet sich in der Natur nur an Basen, besonders Kali und Natron gebunden.

Darstellung. Sie entsteht, wenn stickstoffhaltige Körper bei Luftzutritt und Gegenwart von Basen faulen, wobei letztere salpetersaure Salze bilden, aus denen sie sich durch stärkere Säuren abscheidet. Man erhitzt ein Atom salpetersaures Kali mit zwei Atomen Schwefelsäurehydrat in einer Retorte, wobei zweifach schwefelsaures Kali in der Retorte bleibt und Salpetersäure überdestillirt: $KO,NO_5 + 2\,SO_3,HO = KO,2SO_3,HO + NO_5,HO$. Bringt man vier Atome Wasser in die Vorlage, so erhält man das zweite Hydrat.

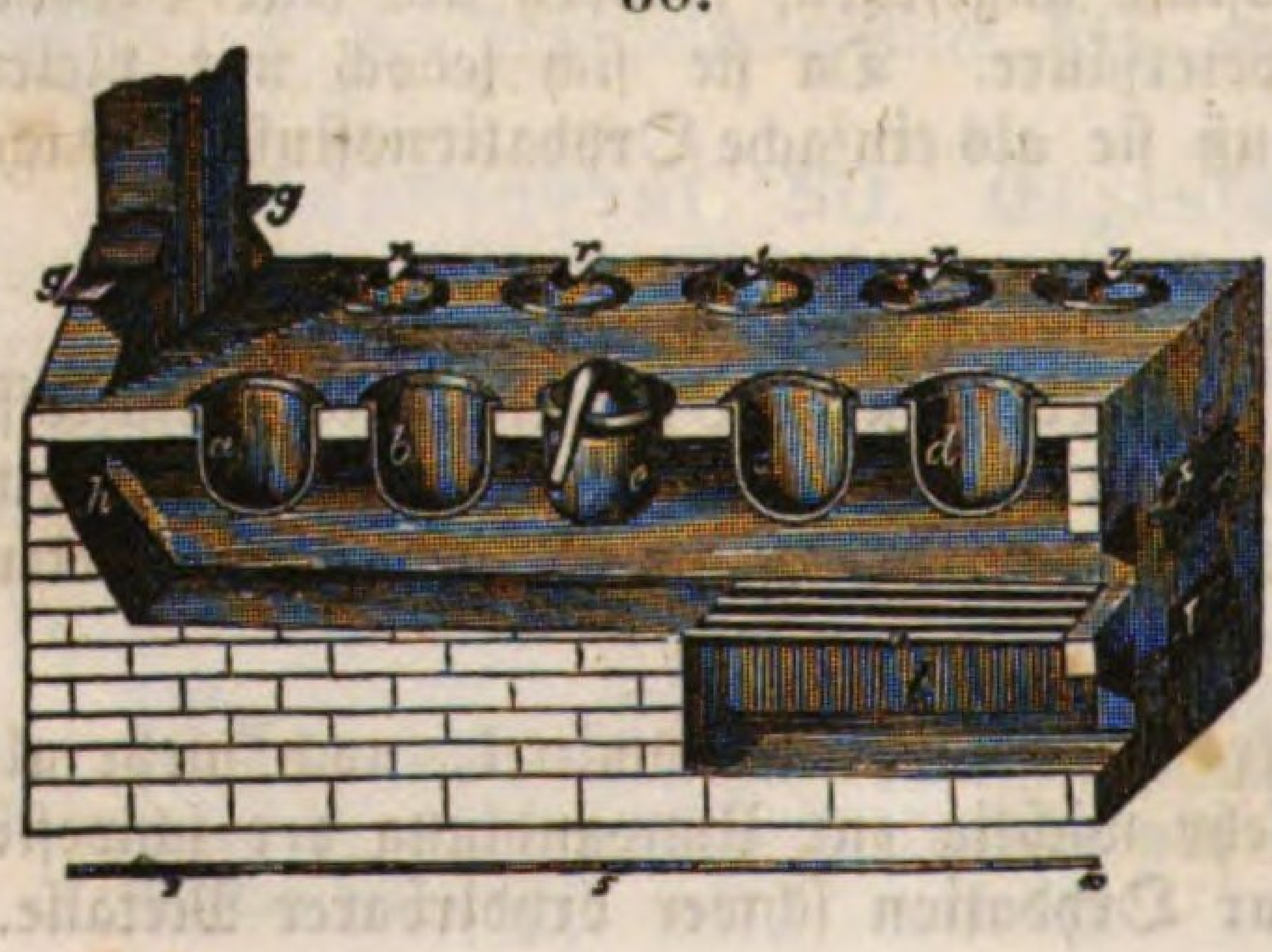
59.



Die Retorte sitzt in einer Sandcapelle c auf einem Windofen g g. Die Vorlage B ist von einem Netze umgeben und wird durch einen Wasserbehälter i abgekühlt. Das Wasser sammelt sich in C und fließt bei l ab.

In chemischen Fabriken wendet man zur Destillation der Salpetersäure Galeerenöfen an.

60.

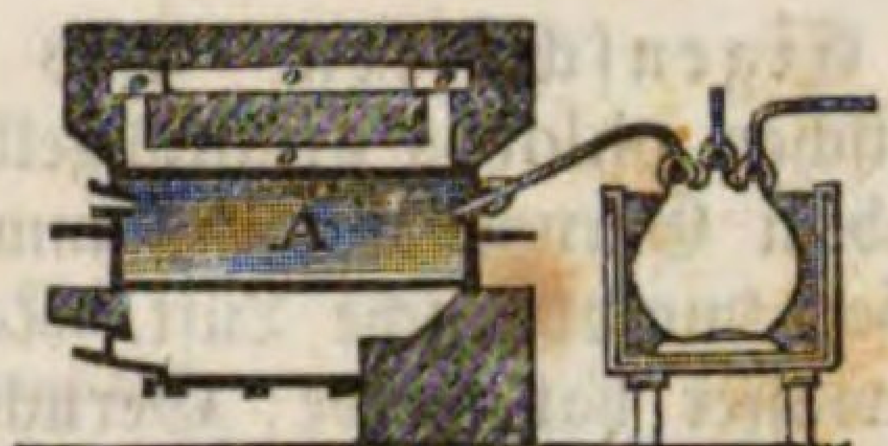


Der Zug wird durch den Schieber g regulirt. Im Gewölbe der beiden Feuerräume sind fünf Oeffnungen mit eisernen Ringen am Rande (Brillen) zur Aufnahme der Capellen mit den Retorten.

Wo noch mehr im Großen gearbeitet wird, hat man statt Glasretorten eiserne Cylinder A A A mit dreihalsigen Steinzeugflaschen.

61. 62.





Zwei derselben liegen in einem Ofen und werden rundum von der Flamme umspielt.

Wichtigkeit. Die Salpetersäure ist ein unentbehrliches Oxydations- und Auflösungsmittel, namentlich für Kupfer, Silber und Quecksilber, zum Aetzen in Kupfer, Stahl und Stein. Man scheidet dadurch Silber von Gold, indem sich Silber in Salpetersäure auflöst, Gold aber nicht, daher der Name **Scheidewasser.** Ferner dient sie zum Gelbbeitzen der Wolle, der Schreibfedern (die dadurch zugleich gehärtet werden), des Horns und des Holzes, zur Bereitung der Schießbaumwolle und ist ein Bestandtheil des Salpeters.

Ein Gemenge der Salpetersäure mit Untersalpetersäure heißt **rothe rauchende Salpetersäure.** Sie wirkt kräftiger als die blose Salpetersäure für sich.

Beim Verdünnen mit Wasser wird sie zuerst grün, dann blau und zuletzt farblos, indem die rothgelbe Untersalpetersäure in Salpetersäure und blaue salpetrige Säure zerfällt, deren Farbe grün erscheint, so lange noch etwas Untersalpetersäure da ist. Zuletzt zerfällt die salpetrige Säure in Salpetersäure und Stickstoffoxyd und wird daher farblos.

Man erhält sie durch Destillation von zwei Atomen salpetersaurem Kali mit zwei Atomen Schwefelsäure: $2\ (KO,\ NO_5) + 2\ (SO_3,\ HO) = KO,\ NO_5 + KO,\ SO_3,\ SO_3,\ HO + NO_5,\ HO$ und dann $KO,\ SO_3,\ SO_3,\ HO + KO,\ NO_5 = 2\ (KO,\ SO_3) + NO_5,\ HO$. Der zweite Prozeß entsteht erst, wenn die Temperatur so hoch gestiegen ist, daß sich die Salpetersäure in Sauerstoff und Untersalpetersäure zersetzt. Um dies zu vermeiden, nimmt man daher gewöhnlich nur 1 Atom salpetersaures Kali auf 2 Atome Schwefelsäure, wo dann doppelt schwefelsaures Kali zurückbleibt.

Die salpetersauren Salze oder Nitrate (von Nitrum Salpeter) sind in neutralem Zustand in Wasser sämmtlich leicht löslich, manche zerfließen schon an der Luft und haben einen kühlend salzigen Geschmack.

Ausmittlung. Man erkennt die Salpetersäure:

1. In freiem Zustand, wenn man mit der Flüssigkeit, worin man sie vermuthet, einen weißen thierischen Körper, Federabschnitte, geraspeltes Elfenbein u. dgl. befeuchtet und damit im Wasserbade (Fig. 83. S. 72) abdampft, wobei sich dieser gelb färbt.

2. In gebundenem Zustand, indem man das Salz auf glühende Kohlen streut, wo es verpufft.

3. Sowohl in freiem, als gebundenem Zustand; in letzterem macht man sie durch Zusatz von Schwefelsäure frei: a. Eisenoxydulsalze werden davon unter Bildung von Stickstoffoxyd braun gefärbt, b. Kupferspähne entwickeln damit Untersalpetersäure als braunrothe Dämpfe. Vgl. auch die Ausmittlung des Jods S. 63.

Die Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs, Ammonium und Ammoniak reihen sich nach ihren Eigenschaften den Leichtmetallen und ihren Oxyden an, und werden daher auch mit diesen abgehandelt.

Chlor.

Eigenschaften. Das Chlor, Cl ist ein gelbes (daher Chlor vom griechischen chloros grünlichgelb) unbeständiges Gas von eigenthümlichem, erstickendem Geruche und zusammenziehendem, brennendem Geschmacke, schwerer als die atmosphärische Luft. Kaltes Wasser absorbirt über zwei Volume. Das Chlorwasser hat Farbe, Geruch und Geschmack des Chlors, geht aber am Licht unter Sauerstoffentwicklung in Chlorwasserstoffsäure über: $Cl + HO = HCl + O$. Es bewirkt beim Einathmen Husten und Schnupfen, größere Mengen Blutspeien und unter Brustkrampf den Tod; es ist nicht brennbar, unterhält aber das Brennen mancher Metalle, wie Kupfer und Spiesglanz; kohlenstoffhaltige Körper brennen darin in der Regel nicht. Terpentinöl ($C_{20}\ H_{16}$) entzündet sich damit wegen seines großen Wasserstoffgehaltes. Das Chlor zerstört organische Farbstoffe, Geruch- und Ansteckungsstoffe. Es bleicht nur bei Gegenwart von Wasser, indem sich der Wasserstoff desselben mit dem Chlor und der Sauerstoff mit dem Farbstoffe verbindet. Den Geruch- und Ansteckungsstoffen entzieht es den Wasserstoff selbst.

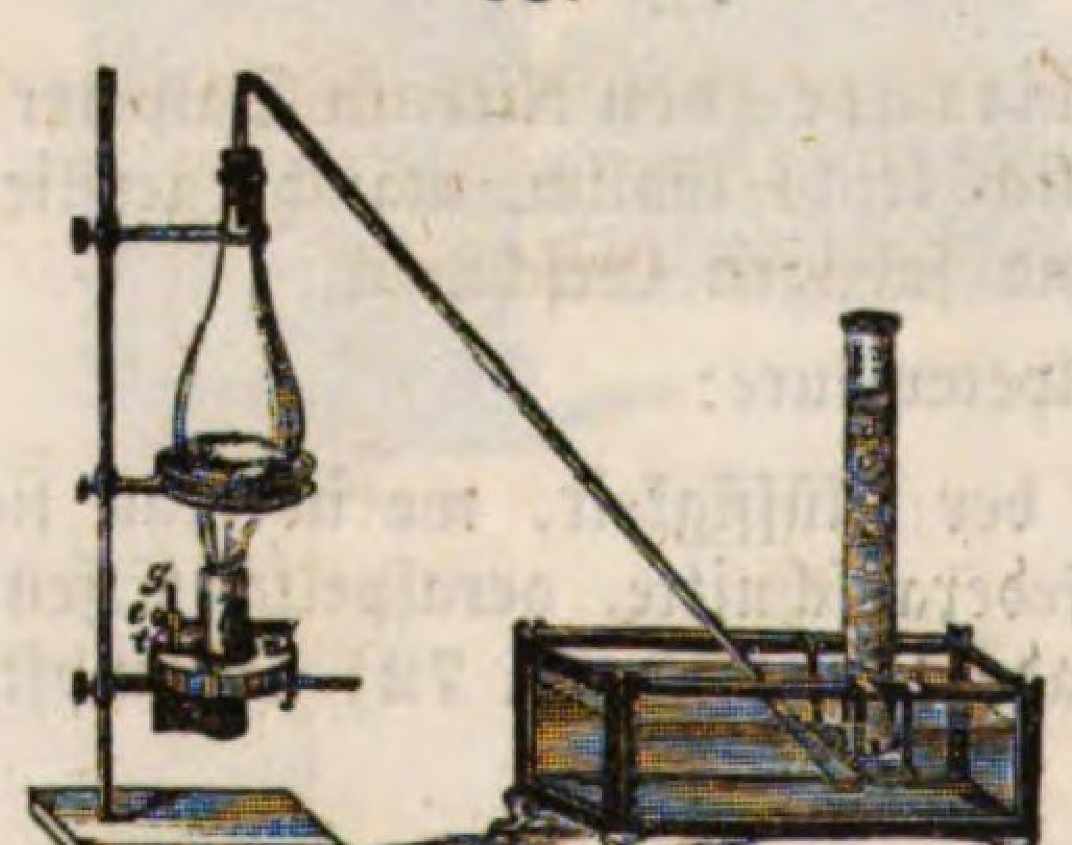
Das Chlor kommt in 2 allotropischen Abänderungen vor. Die eine ist das im Dunkeln, die andere das am Lichte bereitete und benützte Chlor. Letzteres besitzt weit stärkere chemische Verwandtschaft, als ersteres. Während sich dieses im Dunkeln nicht mit Wasserstoff verbindet, verbindet es sich am Licht, oder wenn es dem Licht ausgesetzt war, sehr heftig damit, nämlich unter Explosion.

Vorkommen. Es kommt nie frei in der Natur vor, am häufigsten als Chlornatrium oder Kochsalz.

Darstellung. 1. Wenn man Chlorwasserstoffsäure mit Braunstein erhitzt, so erhält man Manganchlorür, Wasser und Chlor: $2\,HCl + MnO_2 = MnCl + 2\,HO + Cl$.

2. Da nach 1 das Chlor sehr wasserhaltig wird, so erhitzt man gewöhnlich Chlornatrium mit concentrirter Schwefelsäure und Braunstein: $NaCl + MnO_2 + 2\,(SO_3,\ HO) = NaO,\ SO_3 + MnO,\ SO_3 + 2\,HO + Cl$.

63.



64.



65.



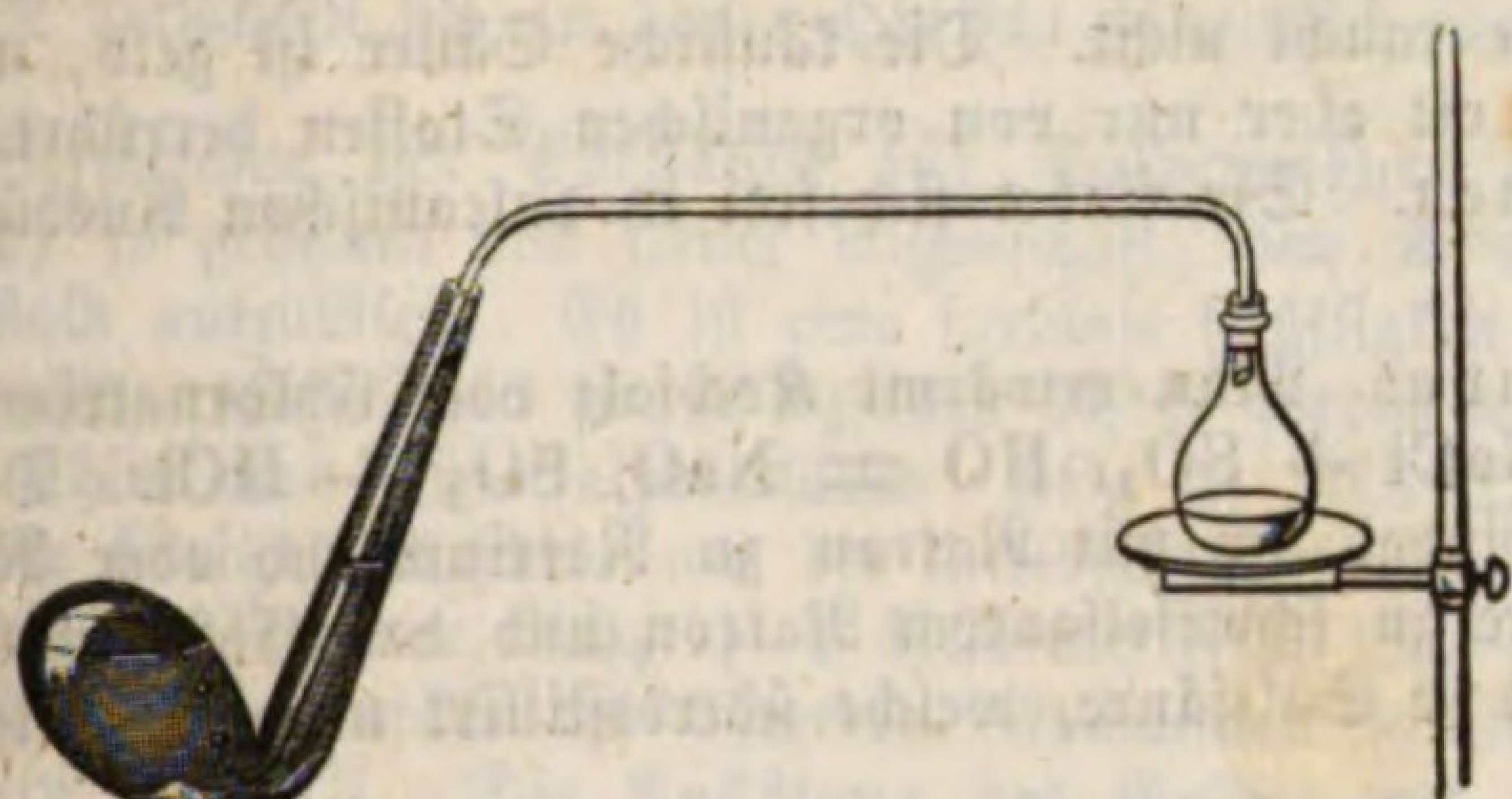
66.



a ist eine Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug. Der Docht c c kann durch eine Zahnstange auf und abgestellt werden und steht mit dem ringförmigen Weingeistbehälter a a nur durch das Rohr k in Verbindung und ist übrigens durch den Zwischenraum a b davon getrennt, weil sonst beim Anzünden häufig der mit Luft gemengte Weingeistdampf der Lampe explodirt. Der doppelte Luftzug findet durch i und um die Flamme durch den Camin l statt.

Zur Bereitung von Chlorwasser bringt man das Wasser in eine umgestürzte Retorte.

67.



3. Man übergießt Chlorkalk oder unterchlorigsauren Kalk mit verdünnter Schwefelsäure. Unterchlorige Säure wird frei, giebt aber ihren Sauerstoff an das Calcium des Chlorcalciums, welches der Chlorkalk stets enthält, und freies Chlor bleibt übrig. $CaO, ClO + 2\ SO_3 = CaO, SO_3 + ClO + SO_3$ und $CaCl + SO_3 + ClO = CaO, SO_3 + 2\ Cl$.

Nr. 2 dient gewöhnlich zur Darstellung der Chlorpräparate, 3 zum Bleichen und in Krankenzimmern.

Wichtigkeit. Die technische Benützung des Chlors gründet sich besonders auf seine große Verwandtschaft zum Wasserstoff, welche es zum kräftigsten Bleichmittel für organische Farbstoffe macht. Es entzieht dem Wasser Wasserstoff, während dessen Sauerstoff mit dem Farbstoffe eine farblose Verbindung eingeht. Man benützt es daher in der Papierfabrikation zum Bleichen der Lumpen, zum Bleichen des Talges und Wachses, besonders aber der Leinwand und Baumwolle. Stickstoffhaltige Körper dagegen, wie Thierwolle, färbt es gelb. Man kann dadurch die Baumwolle in Wollenzeugen erkennen, weil diese weiß bleibt. Ferner dient es, besonders in Krankenzimmern, zur Zerstörung übler Gerüche und Ansteckungsstoffe, zur Wiederbelebung alter Samen, und in der Medicin. Gegen die schädlichen Folgen des Chlors für die Lungen ist das Schwefelwasserstoffgas ein wirksames Mittel; noch besser mit Anilin geschütteltes Wasser.

Ausmittlung. Das freie Chlor erkennt man leicht am Geruche und an der Eigenschaft, Indigotinctur zu bleichen. Die Salpetersäure zerstört die Farbe des Indigos gleichfalls, aber das Chlor unterscheidet sich davon, daß es sowohl in freiem, als gebundenem Zustande salpetersaures Silberoxyd als Chlorsilber in weißen Flocken fällt, die sich am Lichte schwärzen und in Salpetersäure nicht, wohl aber in Ammoniak auflösen. Mit Phosphorsalz und Kupferoxyd zusammengebracht färben Chlorverbindungen die Löthrohrflamme blau.

Verbindungen. Das Chlor bildet mit dem Sauerstoff: 1. Unterchlorige Säure ClO, 2. Chlorige Säure ClO_3, 3. Unterchlorsäure ClO_4, 4. Chlorsäure ClO_5, 5. Ueberchlorsäure ClO_7, wovon aber keine in freiem Zustand benützt wird. Wichtiger ist die Verbindung des Chlors mit Wasserstoff.

Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure, HCl. Eigenschaften. Ein farbloses unbeständiges Gas von stechend saurem, zum Husten reizendem Geruch, ist nicht brennbar und raucht an der Luft durch Wasseranziehung.

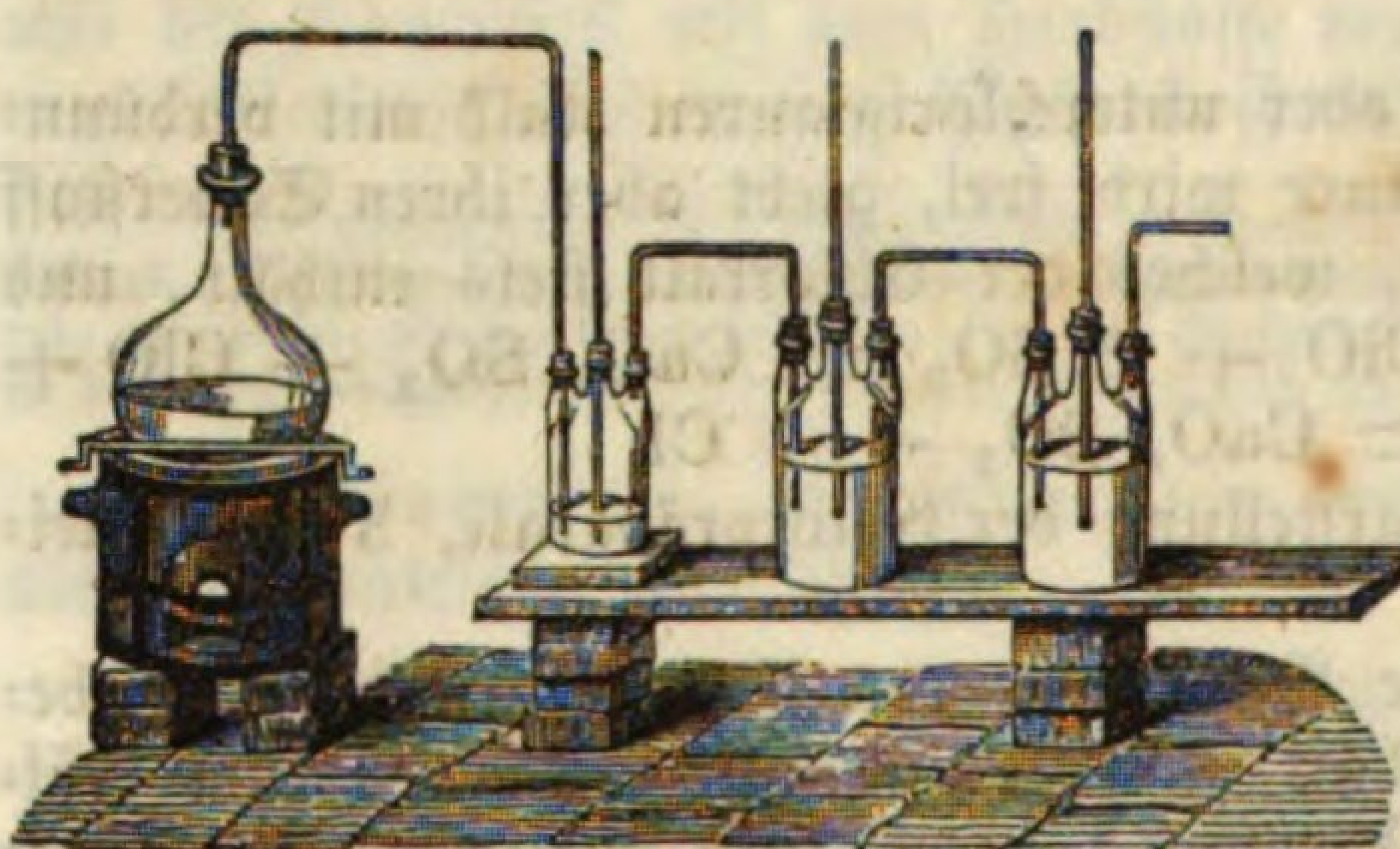
Ein Volum Wasser verschluckt bei 0° 464 Volume dieses Gases und diese Auflösung ist als **Salzsäure** bekannt.

Die Salzsäure besitzt im Allgemeinen die Eigenschaften des salzsauren Gases, hat einen salzigsauren Geschmack und ein specifisches Gewicht von 1,21. Verdünnte Säure raucht nicht. Die käufliche Säure ist gelb, was bisweilen von Eisengehalt, oft aber nur von organischen Stoffen herrührt.

Vorkommen. Sie findet sich frei in vulcanischen Ausdünstungen und Gewässern[1]).

Darstellung. Man erwärmt Kochsalz oder Chlornatrium mit Schwefelsäurehydrat: $NaCl + SO_3, HO = NaO, SO_3 + HCl$. Der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit Natron zu Natriumoxyd oder Natron, dieses mit Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron und das Chlor mit dem Wasserstoff des Wassers zu Salzsäure, welche überdestillirt und schwefelsaures Natron zurückläßt.

68.

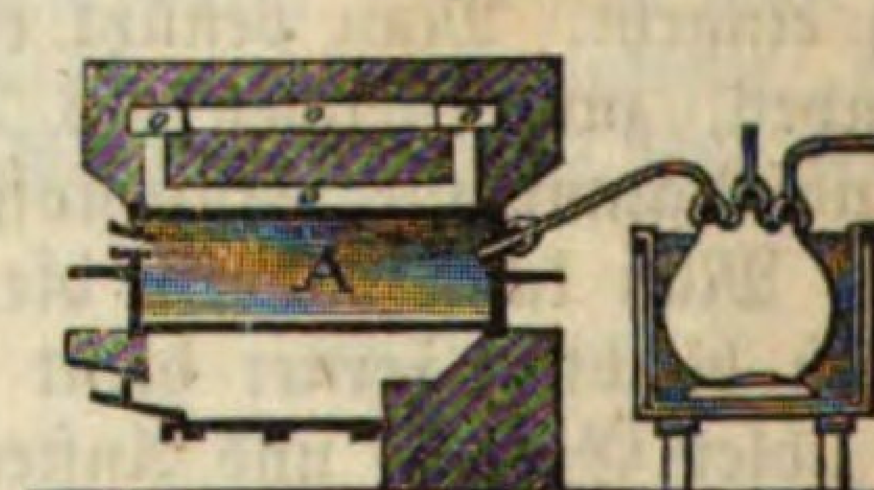


Man nimmt dazu gewöhnlich einen geräumigen Kolben, der mit mehreren dreihalsigen Flaschen (Woolf'schen Flaschen) in Verbindung steht. Die erste dient als Waschflasche, worin die mit übergerissene Schwefelsäure zurückbleibt. In den folgenden verdichtet sich die Salzsäure.

69.



70.



Im Großen (in den Sodafabriken) nimmt man statt der Glasgefäße große gußeiserne Cylinder mit dreihalsigen Steinzeugflaschen.

Wichtigkeit. Sie dient sehr häufig als Auflösungsmittel für Metalle und Oxyde, weil sie nicht so oxydirend wirkt wie Salpetersäure, fast nur auflösliche Verbindungen bildet und die wohlfeilste Säure ist, zur Darstellung des Chlors und Königswassers, in der Bleicherei statt Schwefelsäure, in der Zuckerraffinerie zum Reinigen der Knochenkohle.

Verbindungen. Wenn die Salzsäure mit Metallen in Berührung kommt, so verbindet sich das Chlor mit dem Metall und Wasserstoff wird frei; kommt sie zu Oxyden, so verbindet sich das Chlor gleichfalls mit dem Metall und der Wasserstoff mit dem Sauerstoff des Oxydes zu Wasser. Die Chlorverbindung, welche hiebei aus dem Oxyd entsteht: heißt **Chlorid**, und die aus

1) Auch bei der Destillation des Magensaftes erhält man Salzsäure, welche jedoch nicht als ursprünglich vorhanden, sondern erst durch Zersetzung von Chlornatrium durch Milchsäure bei höherer Temperatur zu betrachten ist.

dem Oxydul Chlorür. Wird eine Chlorverbindung durch eine Sauerstoffsäure zersetzt, so wird jedesmal zugleich Wasser zerlegt; der Sauerstoff bildet mit dem Metall Oxyd und der Wasserstoff mit dem Chlor Chlorwasserstoffsäure. Man hat deshalb die Chlormetalle früher für salzsaure Oxyde gehalten. Die übrigen Haloide verhalten sich in dieser Hinsicht sämmtlich wie das Chlor.

Durch Vermischen der Salzsäure mit Salpetersäure erhält man das **Königswasser**, so genannt von seiner Eigenschaft, den König der Metalle, nämlich das Gold aufzulösen. Es ist eine farblose Flüssigkeit, die durch Erwärmen gelb wird. Ein Theil der Salzsäure bildet zuerst mit der Salpetersäure Wasser, Chlor und Untersalpetersäure: $NO_5 + HCl = NO_4 + HO + Cl$, dann die übrige Salzsäure mit der Untersalpetersäure abermals Wasser und Chloruntersalpetersäure: $NO_4 + 2\ HCl = NO_2\ Cl_2 + 2\ HO$. Die Chloruntersalpetersäure zerfällt bei längerem Erwärmen in Chlor und chlorsalpetrige Säure $NO_2\ Cl$. Die Auflösung des Goldes und Platins in Königswasser erklärt sich daraus, daß das Chlor im Entstehungsmoment oder im Augenblicke seines Freiwerdens stärkere chemische Verwandtschaft besitzt, als wenn es schon in freiem Zustand vorkommt.

Das Königswasser dient zum Auflösen des Goldes und Platins und um manche Metalle z. B. Eisen und Zinn unmittelbar in Chloride zu verwandeln, weil Salzsäure damit blos Chlorür bildet.

Jod.

Eigenschaften. Das Jod, I bildet graue graphitähnliche Blättchen und rhombische Oktaëder von eigenthümlichem, chlorähnlichem Geruch und scharfem, herbem Geschmack, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur und bildet beim Erwärmen veilchenblaue Dämpfe. Daher auch sein Name vom griechischen Ion Veilchen, iodes veilchenblau. Es färbt die meisten organischen Körper vorübergehend braun, Stärkmehl aber schön dunkelblau. In Wasser ist es schwer löslich mit gelber Farbe, leicht aber in Weingeist und Aether mit dunkelbrauner Farbe. Zu den Metallen verhält es sich wie das Chlor.

Ausmittlung. Man erkennt das Jod leicht daran, daß es noch in sehr verdünnter Auflösung eine Stärkmehlauflösung blau färbt. Das gebundene Jod wird vorher mit Salpetersäure versetzt[1]), welche der entstehenden Jodwasserstoffsäure den Wasserstoff entzieht: $2NaI + 3\ NO_5 = 2\ NaO,\ NO_5 + NO_3 + 2\ I$. Mit Salzsäure und Schwefelsäure erhält man kein freies Jod, sondern Jodwasserstoffsäure, welche auf Stärkmehl nicht reagirt: $NaI + HCl = NaCl + HI$ und $NaI + SO_3,\ HO = NaO,\ SO_3 + HI$.

Vorkommen. Das Jod kommt nicht frei, sondern gebuuden vor und zwar gewöhnlich als Jodnatrium, jedoch nur in geringer Menge, im Meerwasser, besonders aber in Seepflanzen und Thieren, auch im Steinsalz und einigen Salzsoolen, wie Kreuznach bei Bingen; besonders reich an Jodquellen ist Bayern, es besitzt deren mehrere wie die Adelheitsquelle bei Heilbrunn, Krankenheil bei Tölz (beide in Oberbayern); Sulzbrunn bei Kempten u. s. w.

---

1) Man benützt dies auch als Reaction auf kleine Mengen Salpetersäure; die Salze derselben werden nebst Jodkalium mit etwas verdünnter Schwefelsäure versetzt.

71.



Darstellung. Nachdem aus der Aschenlauge von Seepflanzen die Soda auskrystallisirt ist, wird das in der Mutterlauge zurückgebliebene Jodnatrium entweder wie bei der Chlorbereitung mit Braunstein und Schwefelsäure, oder blos mit zwei Atomen Schwefelsäure versetzt, wobei schwefelsaures Natron und schwefelige Säure entsteht: $NaI + 2\,SO_3 = NaO, SO_3 + SO_2 + I$.

a ist eine bleierne Retorte mit einem helmartigen Aufsatz. Durch b füllt man Schwefelsäure nach, durch c wird der Hals gereinigt, wenn er sich mit Jod verstopft. In den gläsernen Ballonen d verdichten sich die Joddämpfe.

Wichtigkeit. Das Jod ist giftig und dient als Arzneimittel, namentlich in den Krankheiten der Drüsen, daher zur Vertreibung des Kropfes; es dient ferner zur Erzeugung der Lichtbilder, als Reagens auf Stärkmehl und zur Darstellung einer rothen Malerfarbe.

Brom.

Das Brom, Br ist eine dunkel braunrothe Flüssigkeit, welche viel Aehnlichkeit mit dem Jod, noch mehr aber mit Chlor besitzt und fast nur zur Darstellung der Lichtbilder dient, es kommt noch seltner vor als das Jod.

Fluor.

Das Fluor, F ist ein farbloses, riechendes Gas, dessen Eigenschaften noch wenig bekannt sind, weil es sich sogleich mit den Bestandtheilen des Wassers und der Gefäße verbindet, in denen man es darstellt. Es hat deshalb auch noch keine Anwendung gefunden. Wichtiger sind seine Verbindungen, besonders die

Fluorwasserstoffsäure, HF. Eigenschaften. Eine farblose Flüssigkeit, die schon bei + 12°R. kocht, von stechendem Geruch, erregt auf der Haut schmerzhafte Eiterblasen[1]), raucht an der Luft, verbindet sich begierig mit Wasser. Mit Kieselsäure bildet sie Fluorkiesel und Wasser: $3\,HF + SiO_3 = SiF_3 + 3\,HO$ und greift daher das Glas an, weil es eine kieselsaure Verbindung ist.

Erkennung. Man erhitzt die Fluorverbindungen mit etwas concentrirter Schwefelsäure in einem unten geschlossenen Glascylinder, spült mit Wasser aus, trocknet und findet dann das Glas an der Stelle getrübt, wo die Substanz war.

Vorkommen. Das Fluor findet sich in der Natur vorzüglich im Fluorcalcium oder Flußspath.

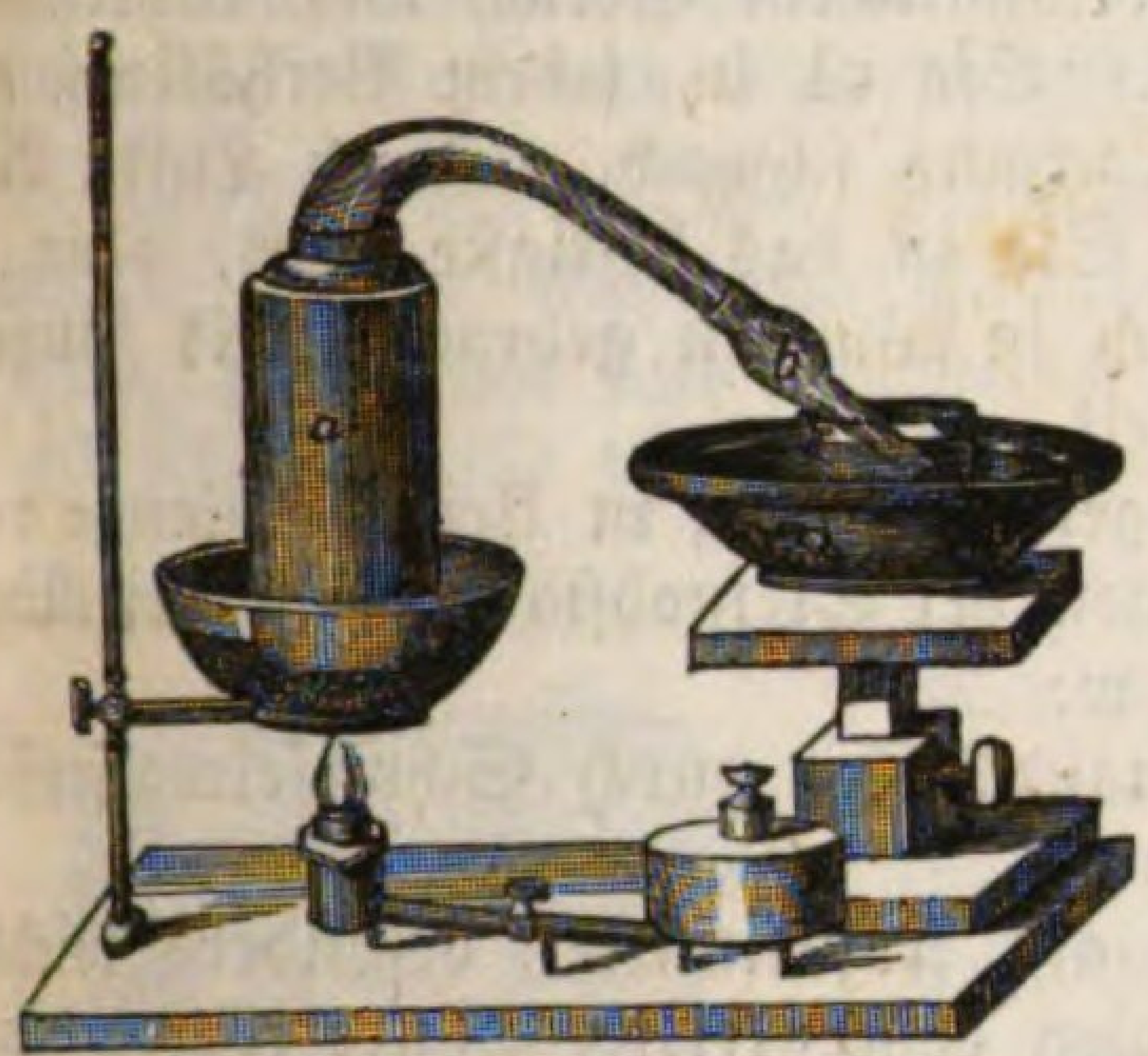
Darstellung. Man erhitzt Flußspath oder Fluorcalcium in einer Blei-, oder besser Platinretorte mit Schwefelsäure, wodurch Fluorwasserstoffsäure frei wird, ganz auf dieselbe Weise wie die Salzsäure aus Chlornatrium. Die Vorlage ist ebenfalls von Blei oder Platin.

Besser als Flußspath eignet sich Kryolith oder Fluornatrium-Aluminium. Da nämlich ersterer einen festen, letzterer aber einen flüssigen Rückstand ergiebt, so ist hier das Destillirgefäß leichter zu reinigen.

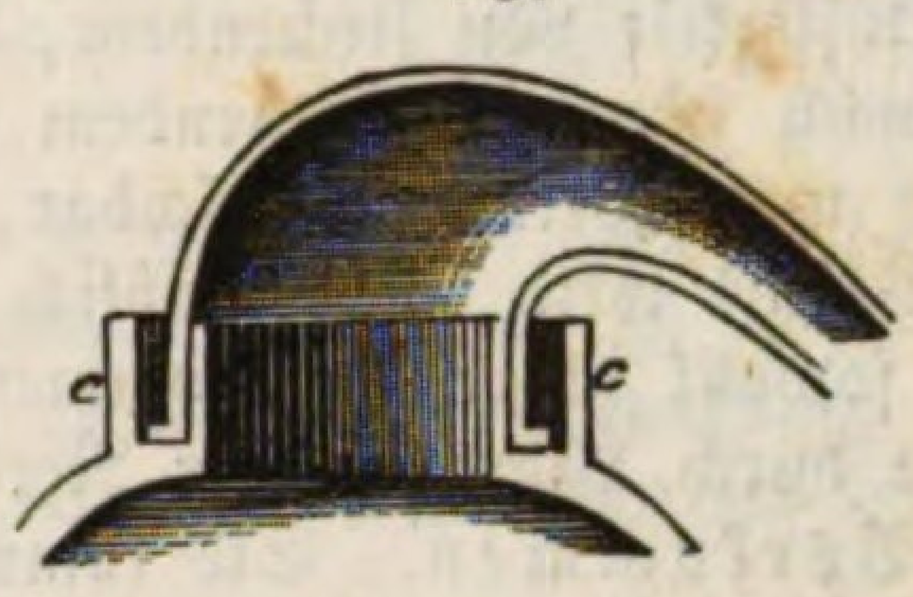
---

1) Ueberschläge oder Einspritzungen von essigsaurem oder freiem Ammoniak haben sich wirksam dagegen erwiesen.

72.



73.



a ist ein Gefäß von Platin oder Blei von der Einrichtung einer gewöhnlichen Destillirblase. Der Vorstoß b, gleichfalls von Platin oder Blei, mündet in einem Platintiegel mit Wasser aus, der durch Eis oder kaltes Wasser abgekühlt ist. Der Vorstoß taucht nicht tiefer in Wasser, als daß gerade seine Mündung abgesperrt ist, damit beim Nachlassen der Gasentwicklung nicht mehr Wasser zurücktreten kann, als gerade in der Kugel b Platz hat.

Wegen der heftigen Einwirkung der Flußsäure auf die meisten Körper halten die gewöhnlichen Lutirungen nicht. Der Helm steht daher in einer Rinne c, welche man mit einem dicken Brei von Gyps und Schwefelsäure verschmiert.

Wichtigkeit. Man ätzt damit das Glas. Die Stellen, welche nicht geätzt werden sollen, werden mit einem Ueberzug von 5 Th. Mastix, 1 Asphalt, 1 Wachs, 1 Paraffin und $^1/_4$ venet. Terpentin gedeckt, in den man eine Schrift oder Zeichnung radiren kann. Bestreicht man nun mit wässeriger Flußsäure, so erscheint die Zeichnung vertieft, aber durchsichtig, die Dämpfe dagegen machen sie matt und flach. Man kann auch den Brei von Flußspath und Schwefelsäure selbst aufs Glas bringen.

Außer den einfachen Haloiden Chlor, Jod, Brom, Fluor giebt es auch noch einige zusammengesetzte Körper, die sich ganz so wie die Salzbilder verhalten und deshalb auch dazu gerechnet werden. Der wichtigste ist das

Cyan.

Das Cyan, C_2N oder Cy ist ein unbeständiges farbloses Gas von stechendem Geruch, verbrennt beim Anzünden mit rothblauer Flamme und wird von Wasser und Weingeist verschluckt.

Vorkommen. Es kommt im freiem Zustande in der Natur nicht vor.

74.



Darstellung. Beim Erhitzen des Cyanquecksilbers wird Cyan frei, wie beim Erhitzen des Quecksilberoxyds Sauerstoff.

Wichtigkeit. Es ist für sich nicht, wohl aber als Bestandtheil einiger wichtiger Verbindungen wie der Knallsäure und Blausäure, des Cyankaliums und Cyaneisens wichtig.

Verbindungen. Mit Sauerstoff bildet das Cyan 2 isomere Verbindungen, CyO, die Cyansäure und Knallsäure. Die Cyansäure hat keine Wichtigkeit und die Knallsäure, welche noch nicht in isolirtem Zustand hergestellt worden ist, blos als Bestandtheil des Knallsilbers und Knallquecksilbers.

Die Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure[1]), HCy ist eine farblose Flüssigkeit von stechendem, bittermandelähnlichem Geruch und kühlendem, hintennach scharfem, kratzendem Geschmack. Sie ist in jedem Verhältniß mit Wasser und Weingeist mischbar, röthet Lackmus schwach. Durch Luft, Licht und Wärme wird sie allmählich zersetzt. Sie ist das heftigste Gift, denn sie tödtet sowohl innerlich genommen, als auch in Wunden gebracht, mit Blitzesschnelle durch Lähmung der Nerventhätigkeit.

Vorkommen. Sie kommt in einigen Pflanzen in kleiner Menge vor, z. B. in den bittern Mandeln, in den Samen der Steinobstarten, in der Rinde und den Blüten der Traubenkirsche u. s. w.

Darstellung. Man zersetzt Cyanquecksilber durch Schwefelwasserstoff oder Kaliumeisencyanür durch Schwefelsäure.

Wichtigkeit. Sie dient verdünnt als Arzneimittel, besonders wichtig ist sie aber wegen ihrer Giftigkeit. 1 Tropfen concentrirter Säure tödtet einen Hund augenblicklich und selbst schon ein starkes Daranriechen kann schädlich werden. Gewöhnlich kommt jede Hilfe zu spät, am besten ist mit Wasser verdünntes Ammoniak innerlich genommen und zum Riechen, und kalte Begießungen des Kopfes und Rückens.

Ausmittlung des Cyans und der Blausäure. Die freie oder aus den Cyanverbindungen durch Schwefelsäure abgeschiedene Blausäure verwandelt man durch Zusatz von Aetzkali in Cyankalium, setzt dann etwas Eisenoxydoxydulsalz zu und sättigt das überschüssige Kali mit Säure. Man erhält dadurch einen dunkelblauen Niederschlag von Berlinerblau.

Die Verbindungen des Cyan mit den Metallen heißen Cyanmetalle und wenn ein Metall zwei Verbindungen bildet, die Verbindung mit der geringeren Menge Cyan Cyanür, die mit mehr Cyanid.

Schwefel.

Eigenschaften. Der Schwefel, S krystallisirt in der Natur und aus Auflösungen in rhombischen Oktaedern, beim Schmelzen dagegen in schiefen rhombischen Säulen, er ist hellgelb, in der Oktaederform durchsichtig, hat 2,0 specifisches Gewicht, ist spröde, knistert in der warmen Hand, wird beim Reiben negativ elektrisch, schmilzt bei 89⁰ R. zur hellgelben, dünnflüssigen Masse, geht bei höherer Temperatur (208⁰) in den amorphen Zustand über, wo er braun, dick und zähe ist. Er läßt sich gegen 2 Tage in diesem Zustande erhalten, wenn man ihn schnell in kaltes Wasser gießt. Bei stärkerer Erhitzung wird er wieder dünner, bis er endlich kocht und als ein braunrother Dampf entweicht, der sich an der Luft entzündet und mit blauer Flamme zu schwefliger Säure verbrennt.

Der Schwefel erscheint also in 3 allotropischen Zuständen 1. in gelben durchsichtigen Rhombenoktaedern von 2,0 specif. Gew., 2. in braunen, durchsichtigen Prismen von 1,98 specif. Gew., die beim Erstarren des geschmolzenen Schwefels entstehen, aber beim Erkalten gelb und undurchsichtig werden, indem sie in lauter kleine Oktaeder zerklüften und 3. als amorpher Schwefel, welcher bei 208⁰ entsteht, von 1,95 specif. Gew. Das Zähewerden rührt also nur daher, daß der oktaedrische Schwefel bei 89⁰, der amorphe aber erst bei 208⁰ zu schmelzen beginnt.

1) Vom griechischen kyaneos blau, also Blaustoff, weil es, wie die Blausäure, mit Eisen das Berlinerblau bildet.

Er hat einen schwachen Geruch und Geschmack, ist unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol und Aether, leicht in fetten und ätherischen Oelen, Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel.

Vorkommen. Der Schwefel kommt in der Natur frei (gediegen), besonders in der Nähe von Vulcanen vor, auch eingesprengt in verschiedene Gesteine, wie Gyps und Kalksteine, außerdem gebunden an Sauerstoff, Wasserstoff und Metalle und in vielen organischen Körpern, besonders im Eiweiß.

75.



Darstellung. Entweder schichtet man in Sicilien den natürlichen Schwefel (das Schwefelerz) zu einer Art Meiler, bedeckt ihn mit Rasen, zündet ihn an und sammelt den ausfließenden Schwefel durch eingesetzte Thonröhren in Gefäßen oder man unterwirft ihn einer rohen Destillation.

Die Schwefeldämpfe treten durch die Röhre a in die Vorlage B und der tropfbarflüssige Schwefel von da in ein Gefäß voll Wasser c.

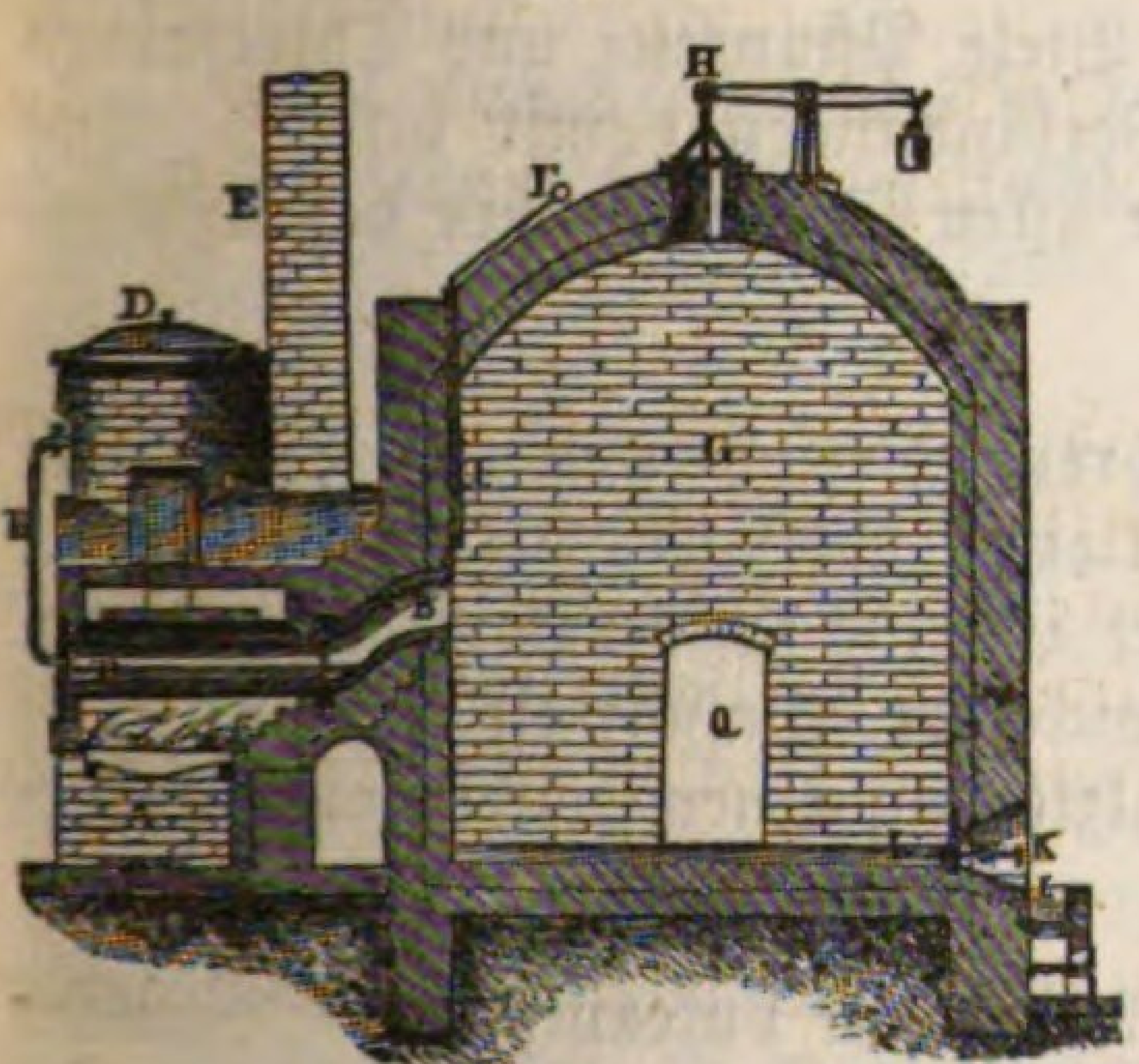
Die reichsten Schwefelerze (v. 25% Schwefelgehalt) werden blos geschmolzen und von den abgesetzten Unreinigkeiten abgeschöpft. Wo viel Schwefelkies ($Fe\ S_2$) vorkommt (Böhmen, Schlesien, Fahlun) erhitzt man denselben in Galeerenöfen in konischen Thonröhren, die man in der weiten Oeffnung a füllt (beschickt), während an der engeren der Schwefel durch eine durchbrochene Thonplatte c in die mit Wasser gefüllte Vorlage b abfließt und Einfachschwefeleisen mit etwas Doppelschwefeleisen ($6\ FeS + FeS_2$), **Schwefelbrände** genannt, zurückläßt.

76.



Der auf die angegebene Weise erhaltene Rohschwefel wird dadurch gereinigt, daß man ihn umschmilzt und nach dem Abschöpfen destillirt. Der Rückstand von der Destillation bildet den Roßschwefel. Raffination des Schwefels.

77.



78.



Die Schwefeldämpfe kommen aus der eisernen Retorte B in die Kammer G und verdichten sich an den Wänden derselben als Pulver (**Schwefelblumen**). Dadurch werden diese Wände allmählig warm, so daß der Schwefeldampf gegen den dritten Tag hin nicht mehr unmittelbar in den festen Zustand übergeht, sondern zuvor in den tropfbarflüssigen. Will man daher noch länger Schwefelblüten haben, so muß man die Arbeit wenigstens bei der Nacht unterbrechen, damit sich die Kammer wieder etwas abkühlt.

Will man aber Stangenschwefel, so wird fortgeheizt. Der Schwefel sammelt sich tropfbar flüssig am Boden und fließt beim Lüften des Zapfens K in den geheizten Kessel L und von da in die genäßte Form A, aus der man ihn durch Aufstoßen des Zapfens B nach dem Erkalten herausbringt.

Damit die ausgedehnte Luft die Kammer nicht zerreißt, öffnet sich das Ventil H. Bevor die zur Destillation benützte Flamme in den Kamin E zieht, geht sie unter D weg und dient hier zum Schmelzen des Schwefels. Die leichten Theile, wie Holz u. dgl sammeln sich in der Höhe, während sich die schweren, wie Sand und Steine zu Boden setzen. Sobald aller Schwefel überdestillirt ist, füllt man die Retorte durch die Röhre F aus dem Schwefelkessel D mit neuem Schwefel.

Als ein graulichweißes Pulver erhält man den Schwefel, wenn man Kalischwefelleber oder Fünffachschwefelkalium in Wasser löst und Schwefelsäure zusetzt, wobei schwefelsaures Kali und Schwefelwasserstoff entsteht: $KS_5 + SO_3, HO = KO, SO_3 + HS + 4\ S$.

Wichtigkeit. Der Schwefel ist vor Allem wichtig wegen seiner Leichtentzündlichkeit als Gemengtheil des Schießpulvers, zu Schwefelfäden und Zündhölzern, ferner zur Erzeugung der schwefligen Säure, Schwefelsäure und vieler anderer Verbindungen sowie als Arzneimittel. Weil sich der geschmolzene Schwefel beim Erstarren etwas ausdehnt, giebt er sehr scharfe Abgüsse von Münzen und andern Kunstgegenständen.

Zeiodelit. Durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Schwefel mit 2 Th. Glas- oder Steinzeugpulver entsteht eine Masse, welche unter dem Namen **Zeiodelit** für Platten zum Auskleiden der Schwefelsäure kammern, Tröge für saure Flüssigkeiten und als hydraulischer Mörtel dient. Sie ritzt Glas, ist politurfähig, widersteht den stärksten Säuren und Witterungseinflüssen und kann beliebig gefärbt werden.

Die Masse aus gleichen Theilen Schwefel und Glaspulver oder Farbe (Zinnober, Smalte, Chromoxyd) liefert Abgüsse von derselben Schärfe wie bloser Schwefel, aber von ungleich größerer Festigkeit und Haltbarkeit.

Der sächsische Schwefel aus Schwefelkies ist arsenikhaltig, daher tiefer gelb (mehr pomeranzengelb), eignet sich deshalb nicht zum Schwefeln der Fässer und zur Darstellung der Schwefelsäure nur dann, wenn diese, wie bei der Sodabereitung sogleich am Orte ihrer Erzeugung eine Verwendung findet, wo der Arsenik nicht schadet, der italienische aus gediegenem Schwefel ist arsenikfrei und daher mehr blaßgelb.

Wenn man den Schwefel mit Ammoniak digerirt und die abfiltrirte Flüssigkeit giebt mit Säure einen gelben Niederschlag (Schwefelarsenik), so enthielt der Schwefel Arsenik.

Verbindungen. Mit dem Sauerstoff bildet der Schwefel 7 Säuren, die wichtigeren davon sind: 1. die unterschweflige Säure S_2O_2 2. die schweflige Säure SO_2, 3. die Schwefelsäure SO_3. In freiem Zustande findet blos die schweflige Säure und Schwefelsäure Anwendung. Außerdem sind noch der Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff und die Schwefelmetalle von Wichtigkeit.

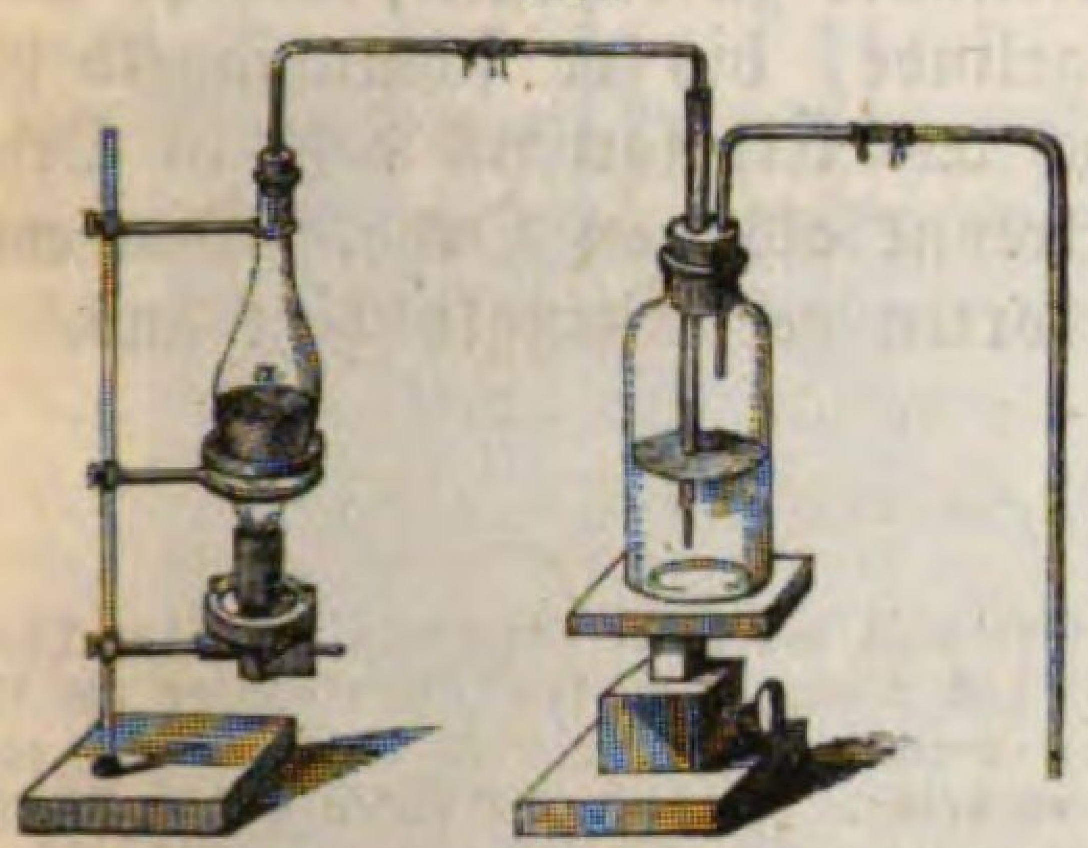
Schweflige Säure, SO_2. Eigenschaften. Sie ist ein farbloses, unbeständiges Gas von bekanntem, erstickendem Geruche und widrig zusammenziehendem Geschmack, reizt stark zum Nießen und Husten, und wirkt erstickend; verlöscht brennende Körper und ist selbst nicht brennbar, wird von Wasser und noch mehr von Weingeist begierig aufgenommen. In der wässerigen Lösung geht sie an der Luft in Schwefelsäure über. Viele Pflanzen- und Thierfarben werden davon gebleicht, indem sie farblose Verbindungen damit bildet. Aus ihren Verbindungen **Sulphiten** wird sie von allen Säuren außer der Kohlensäure ausgetrieben.

Erkennung. Man erkennt sie an ihrem Geruch und der Bleichung des Lackmuspapiers. Zur Ermittlung sehr kleiner Mengen bringt man die Flüssigkeit mit reinem Zink und etwas Säure in eine Gasentwicklungsflasche. Die schweflige Säure bildet mit dem entwickelten Wasserstoff Wasser und Schwefelwasserstoffgas, welches in einer Bleisalzlösung einen schwarzen Niederschlag bildet.

Vorkommen. Die schweflige Säure kommt in vulcanischen Gegenden theils gasförmig, theils in Wasser gelöst vor.

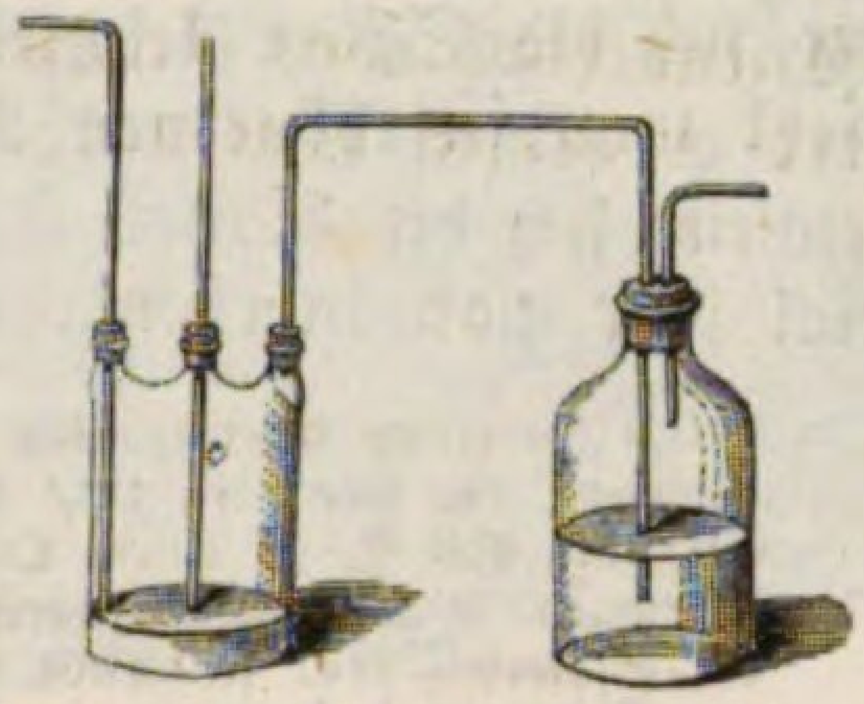
Darstellung. Sie entsteht beim Verbrennen des Schwefels an der Luft oder Erhitzen desselben mit Braunstein: $2\,S + MnO_2 = MnS + SO_2$ oder Erhitzen der Schwefelsäure mit Kupfer: $Cu + 2\,SO_3 = CuO, SO_3 + SO_2$ mit Kohle: $2\,SO_3 + C = 2\,SO_2 + CO_2$ oder mit Holzsägespähnen, wo sich außer schwefliger Säure und Kohlensäure auch Wasser bildet.

79.



Die Digerirflasche a enthält das Gemenge. Das Gas wird durch ein Zwischengefäß geleitet, dessen Wasser die mit übergegangene Schwefelsäure zurückhält. Die weite Röhre dieser Flasche ist unten und oben offen. Zieht sich die Luft in a zusammen, so wird keine Flüssigkeit aus der Vorlage, sondern nur Luft durch diese Röhre angesogen.

80.



Die Sicherheitsröhre c einer 3halsigen Woolf'schen Flasche (Fig. 80) wirkt ebenso.

Wichtigkeit. Man benützt ihre bleichende Wirkung zum Schwefeln von Stoffen, welche Chlor entweder gar nicht bleicht, wie Thierstoffe, Wolle, Seide, Badeschwämmen, Darmseiten, oder solche, die das Chlor zu stark angreift, wie Stroh- und Holzgeflechte, indem man diese feucht den Dämpfen des brennenden Schwefels aussetzt oder in eine Mischung von unterschwefligsaurem Kalk und Schwefelsäure bringt. Wegen ihrer Neigung Sauerstoff anzuziehen, schwefelt man die Fässer, um die Orydation des Weingeistes oder die Essigbildung zu verhüten, sie dient eben deshalb zum Löschen des Brandes in Caminen; ferner auch zu Bädern in Hautkrankheiten und zur Darstellung der Schwefelsäure.

Gegen die reizende Wirkung der schwefligen Säure auf die Athmungswerkzeuge hat sich das Einathmen der Dämpfe von rauchender Salpetersäure wirksam erwiesen.

Schwefelsäure, SO_3. Eigenschaften. Die reine Schwefelsäure findet keine Anwendung, sondern nur ihre 4 Hydrate: 1. 2 SO_3, HO, 2. SO_3, HO, 3. SO_3, 2 HO, 4. SO_3, 3 HO. Von den 2 Sorten, die im Handel vorkommen, ist die stärkere eine Auflösung des ersten Hydrats im zweiten und heißt nach dem Orte, wo sie zuerst fabricirt wurde, sächsische oder Nordhäuser Schwefelsäure, oder auch Vitriolöl, die schwächere Sorte ist das zweite Hydrat für sich allein und heißt englische oder gewöhnliche concentrirte Schwefelsäure.

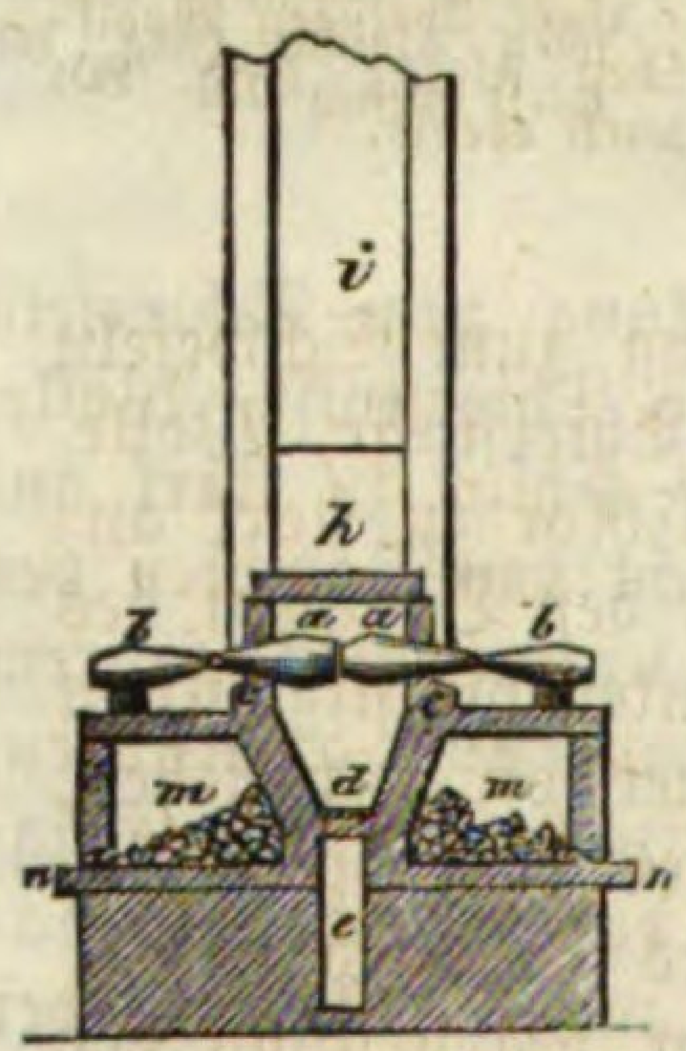
Die rauchende Schwefelsäure ist eine Flüssigkeit gewöhnlich von brauner Farbe, von Oelconsistenz, und 1,90 spec. Gew., sie raucht an der Luft, indem wasserfreie Schwefelsäure entweicht, welche Wasser aus der Luft verdichtet.

Die englische Schwefelsäure ist farblos oder schwach bräunlich gefärbt, etwas dünnflüssiger als die rauchende, raucht nicht und hat 1,84 bis 1,85 spec. Gew. Beide Arten schmecken auch noch in verdünntem Zustand stark zusammenziehend sauer, verkohlen die meisten organischen Körper, indem sie denselben Wasserstoff und Sauerstoff entziehen, um Wasser daraus zu bilden, so daß der Kohlenstoff vorwaltet, wirken daher auch auf den thierischen Organismus als ätzende Gifte und ziehen auch aus der Luft sehr viel Wasser an, müssen daher in wohl verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden und erhitzen sich sehr stark, wenn man sie in Wasser gießt. Gießt man aber das Wasser in die Säure, so schleudern die plötzlich gebildeten Wasserdämpfe die Schwefelsäure umher.

Vorkommen. Die Schwefelsäure findet sich in der Natur selten frei, in einigen vulcanischen Gewässern; gebunden aber sehr häufig, besonders an Kalk als Gyps.

Darstellung. Um rauchende Schwefelsäure zu erhalten, erhitzt man schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenvitriol gelinde, bis er schmutziggelb ist. Dadurch verliert er seinen Wassergehalt und das Eisenoxydul geht in Oxyd über, von welchem sich die Säure leichter trennt als von Oxyd. Den entwässerten Vitriol setzt man in thönernen Retorten der Weißglühhitze aus.

81.



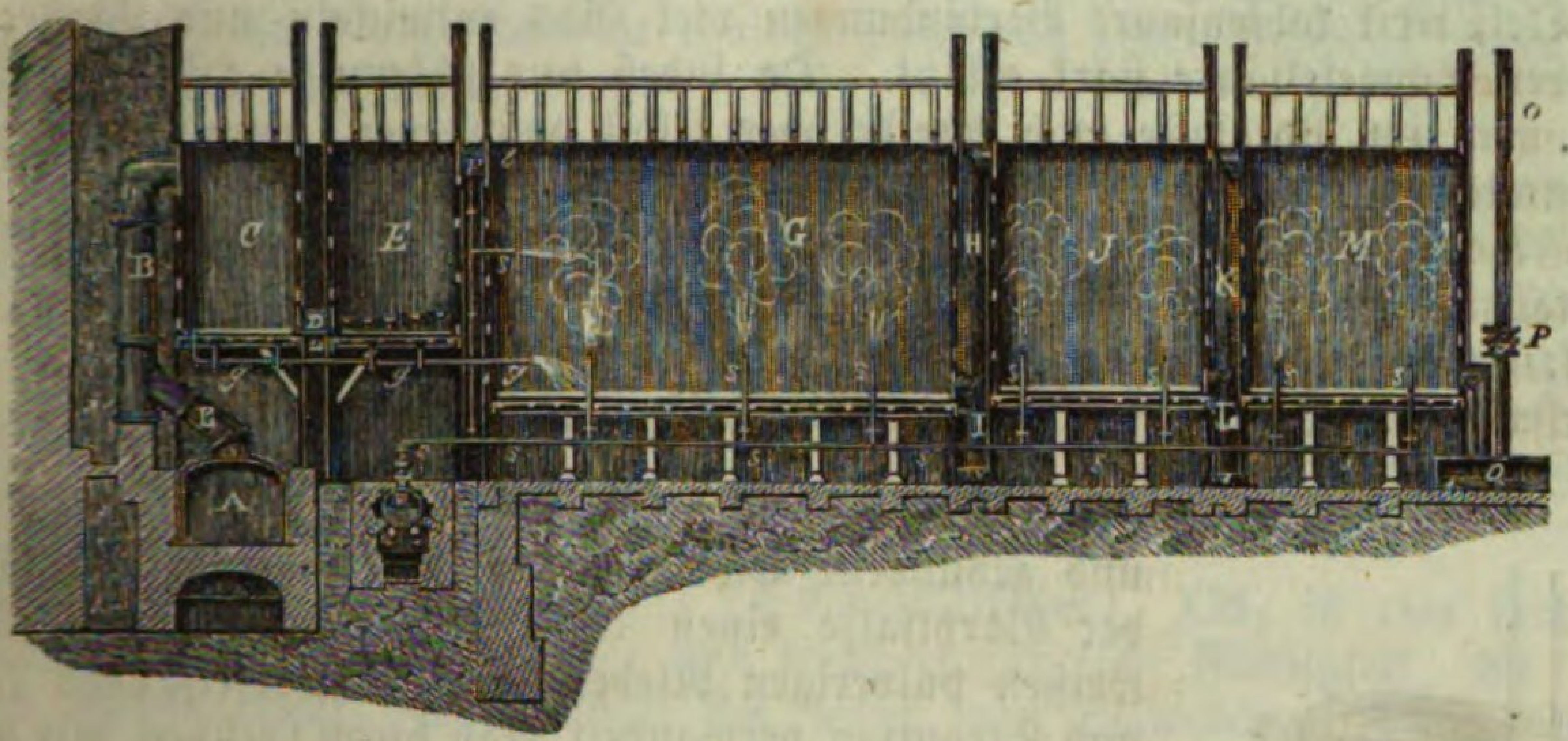
In einem Galeerenofen erhitzt man mit einer Feuerung 2 Reihen Thonretorten, aa, jede etwa $1^1/_2$' lang (oft 2 oder 3 Reihen übereinander auf 120 bis über 200 R. in einem Ofen), welche mit Thonplatten h bedeckt sind, ohne Vorlagen, so lange Wasserdampf entweicht. Kommen die dicken weißen Dämpfe der Schwefelsäure, so schiebt man in ihre eingemauerten Hälse c c die thönernen Vorlagen b b (nicht umgekehrt c in b, damit kein Kitt in die Schwefelsäure fällt), welche $1^1/_4$ Pfd. englische Schwefelsäure enthalten und verkittet. m ist die Darre zum Entwässern des Vitriols.

Die Schwefelsäure geht über und in der Retorte bleibt rothes Eisenoxyd zurück, welches unter dem Namen Colcothar, Todtenkopf oder Englischroth als rothe Farbe bekannt ist.

Die englische Schwefelsäure wird so dargestellt, daß man schweflige Säure durch Verbrennen von Schwefel erzeugt und diese nebst Stickstoffoxyd, oder salpetriger Säure in eine mit Bleiplatten ausgekleidete Kammer leitet. Man zündet ein Gemenge von Schwefel und (etwa 4%) Natronsalpeter an. Der Schwefel verbrennt zu schwefliger Säure, aber ein Theil desselben auf Kosten des Sauerstoffes der Salpetersäure zu Schwefelsäure, welche sich mit dem Natron des Salpeters verbindet, während Stickstoffoxyd frei wird. Oder man kocht gewöhnlichen Zuckersyrup, oder Stärkmehl mit Scheidewasser, wodurch Untersalpetersäure und als Nebenproduct Sauerkleesäure entsteht. Am billigsten und zweckmäßigsten ist es, Schalen mit Salpetersäure in die Bleikammern zu stellen. Die schweflige Säure entzieht der Salpetersäure Sauerstoff. Es entsteht Schwefelsäure und Stickstoffoxyd. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft, welche mit der schwefligen Säure in die Kammer gelangte, oxydirt das Stickstoffoxyd zu salpetriger Säure; diese oxydirt von Neuem schweflige Säure zu Schwefelsäure und wird selbst wieder zu Stickstoffoxyd und so fort, so daß die kleinste Menge Stickstoffoxyd zur Oxydation jeder beliebigen Menge schwefliger Säure hinreichen müßte, wenn das Stickstoffoxyd nicht fortwährend mit der Luft wegziehen würde, der man einen Ausgang geben muß, um sie durch neue zu ersetzen, nachdem sie ihren Sauerstoff verloren hat.

Die Umwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure erfolgt jedoch nur bei Gegenwart von Wasser, weil dieses durch seine Anziehung zur Schwefelsäure deren Bildung vermittelt. Man gießt daher etwas Wasser auf den Boden der Kammer. Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Stickstoffoxyd zu einer krystallinischen Masse, die man bisweilen an den Wänden der Kammern findet. Ihre Entstehung wird nur durch die Anwesenheit von vielem Wasser verhindert und aufgehoben. Man läßt also deswegen und um die Gase innig zu mengen und durch die ganze Reihe der Bleikammern zu treiben, nicht blos vom Boden, sondern auch von der Seite Wasserdampf einströmen.

82.



Der Schwefel verbrennt im Ofen A. Die schweflige Säure zieht nebst atmosphärischer Luft durch das gußeiserne Rohr B in die erste Kammer C, wo sich der mit herübergerissene Schwefel absetzt; dann durch D in die zweite Kammer E über die Schalen mit Salpetersäure hin. Die hier gebildete salpeterhaltige Schwefelsäure fließt durch ein kleines Rohr u zurück nach C, damit die Schwefelsäure dort von Salpetersäure zersetzt wird. Das in E aus der Salpetersäure gebildete Stickstoffoxyd geht nebst noch vorhandener schwefliger Säure und atmosphärischer Luft durch F in die große Kammer G, dem eigentlichen Heerde der Schwefelsäurebildung.

Hier erst tritt Wasserdampf aus dem Dampfkessel R durch s s s s s s ein. Die Kammern J und M erhalten die Gase durch die Röhren J H und L K, die mit Gefäßen V versehen sind, um das etwa Verdichtete aufzusammeln.

Die Schwefelsäure, welche in den 2 ersten Kammern C und E gebildet wird, lauft durch die Röhre g g nach der Kammer G und zwar in einer Höhe von 6′. Dieser Fall erhält die Flüssigkeiten der Kammer in Bewegung und dadurch in besserer Berührung mit den Gasen. Bevor die Dämpfe durch das Abzugrohr O entweichen, müssen sie über Wasser in einem Kühlgefäß (Refrigerator) Q streichen, um den Rest ihrer Schwefelsäure abzugeben.

In der Wirklichkeit stehen die 2 kleinen Kammern C E und J M nicht hinter, sondern neben einander Die Kammer G ist bei größeren Fabriken 25′ hoch, 50 breit und 100 lang.

Hat die am Boden der Kammer sich ansammelnde Schwefelsäure ein specifisches Gewicht von 1,35 bis 1,50 erlangt, so nimmt man sie heraus und dampft sie dann zuerst in Bleipfannen und zuletzt in Platinretorten oder in Glasballonen (von 2 Eimer Inhalt) bis zu einem specifischen Gewicht von 1,84 ab.

Wichtigkeit. Die Schwefelsäure ist auf nassem Wege die stärkste Säure. Deshalb, und weil sie erst bei ziemlich hoher Temperatur flüchtig und eine der billigsten Säuren ist, dient sie zur Abscheidung vieler anderer Säuren aus ihren Verbindungen, z. B. Salpeter=, Salz=, Phosphor=, Essigsäure u. s. w., zur Darstellung vieler Salze, wie Alaun, Bittersalz, Glaubersalz und der Vitriole; des Chlors, Aethers, Stärkezuckers, zur Reinigung der Metalle, zur Verkohlung und Zerstörung organischer Körper, z. B. der Schleimtheile bei der Oel= und Talgraffination, der Papierfaser zur Herstellung unzerstörbarer Schrift, der Holztheile des Krapps, des Zuckers als Reaction auf denselben, ferner stark riechender organischer Stoffe, wie Harze, Oele, Moschus u. dgl., zur Entwässerung unter der Glasglocke der Luftpumpe, als Reagens auf Blei= und Barytsalze und in der Medicin. Die Nordhäuser Schwefelsäure dient vorzugsweise zur Auflösung des Indigos. Die englische löst ihn zwar gleichfalls auf, aber man braucht dazu die doppelte Menge wie von der Nordhäuser. Der Ueberschuß der Säure ist nicht blos verloren, sondern er ist auch bei den weiteren Operationen des Färbens oft nachtheilig. In großer Menge dient sie zur Bereitung der Wichse.

Wird concentrirte Schwefelsäure innerlich genommen, so bewirkt sie in kürzester Zeit die Zerstörung der Theile, mit denen sie in Berührung kommt

und unter qualvollen Schmerzen den Tod. Das beste Mittel ist Magnesia mit Oel, weil kohlensaure Verbindungen viel Gas entwickeln und Wasser sich mit der Schwefelsäure stark erhitzt. Da indeß nur schleunige Hülfe nützt, so kann man im Nothfalle auch Kreide oder selbst gestoßenen, vom Sande abgeschlemmten Mörtel oder Seife mit Wasser anwenden.

Verbindungen. Die schwefelsauren Salze oder **Sulphate** sind in neutralem und saurem Zustand mit Ausnahme des Baryt-, Strontian- und Bleisalzes in Wasser löslich, in Weingeist aber größtentheils unlöslich. Die schwefelsauren Salze der Schwermetalle heißen auch Vitriole.

83.



Ausmittlung der Schwefelsäure. Die freie und gebundene Schwefelsäure bildet mit der Auflösung der Barytsalze einen in Salpetersäure unauflöslichen weißen pulverigen Niederschlag. Schwefelsauren Baryt und Strontian verwandelt man durch Glühen mit Kohle in Schwefelbaryum und Schwefelstrontium und erhält dann beim Uebergießen mit Säuren Schwefelwasserstoff. Soll die freie Schwefelsäure ausgemittelt werden, so bringt man einen Tropfen der Flüssigkeit auf eine Porzellanschale, setzt etwas Zucker dazu und verdampft auf dem Wasserbade. Vorhandene Schwefelsäure verkohlt den Zucker schon bei 80° R.

Der Schwefelwasserstoff oder die Hydrothionsäure, HS. Eigenschaften. Sie ist ein farbloses, unbeständiges Gas, riecht nach faulen Eiern, verbrennt beim Anzünden zu Wasser und schwefliger Säure, verpufft mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft heftig, wird von Wasser und Weingeist in beträchtlicher Menge aufgenommen und röthet Lackmuspapier. In verdünntem Zustand eingeathmet bewirkt sie Betäubung, Ohnmacht und in kurzer Zeit den Tod. Chlor entzieht ihr rasch den Wasserstoff unter Abscheidung des Schwefels. Silber und Kupfer laufen davon bunt an und werden endlich schwarz durch einen Ueberzug von Schwefelmetall.

Ausmittlung. Bleioxydsalzlösung oder damit getränktes Papier wird schon durch eine Spur von Schwefelwasserstoff schwarz.

Vorkommen. In Wasser gelöst findet sie sich in den Schwefelquellen, (wie Aachen in Rheinpreußen, Weilbach bei Mainz, Kreuth bei München) und wo schwefelhaltige organische Körper faulen, daher in Abtritten, bei der Fäulniß der Eier u. s. w.

84.



Darstellung. Man übergießt Einfachschwefeleisen mit verdünnter Schwefelsäure: $FeS + SO_3, HO = FeO, SO_3 + HS$ oder Salzsäure: $FeS + HCl = FeCl + HS$.

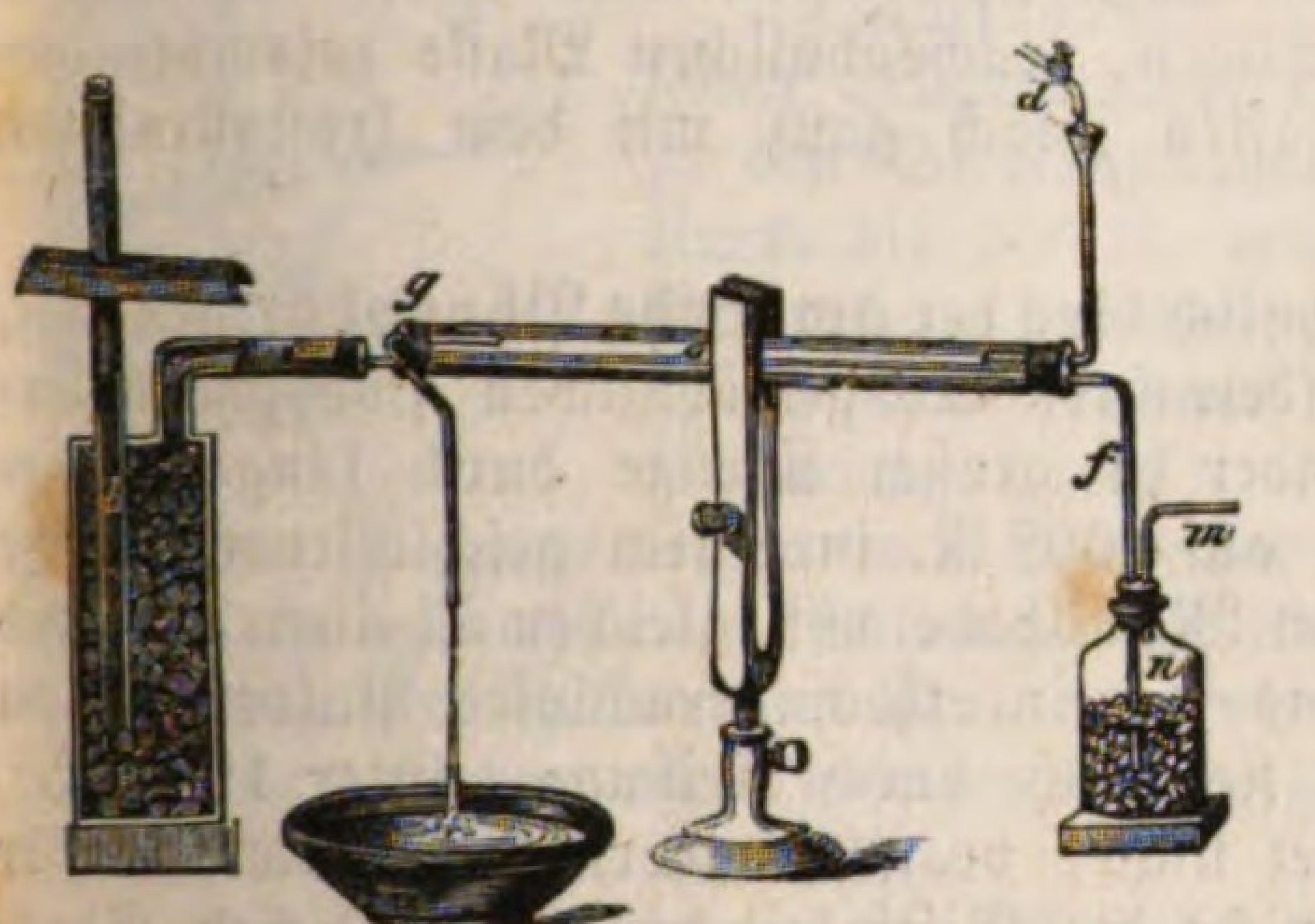
Wichtigkeit. Die Schwefelwässer sind ein wichtiges Arzneimittel bei Gicht, Haut- und Lungenkrankheiten, und für die Chemie ist der Schwefelwasserstoff ein unentbehrliches Mittel zur Erkennung und Scheidung der Schwermetalle. Er schlägt dieselben sämmtlich aus ihren Auflösungen als Schwefelmetalle nieder, während er die Leichtmetalle nicht verändert. Der Sauerstoff des Metalloxydes bildet

mit dem Wasserstoff des Schwefelwasserstoffes Wasser und die Säure wird frei. Haloidsalze vertauschen ihr Haloid gleichfalls gegen Schwefel unter Bildung von Wasserstoffsäure.

Manche Metalle werden eben sowohl aus saurer und basischer, wie aus neutraler Auflösung von Schwefelwasserstoff gefällt, andere werden blos aus saurer Lösung gefällt, dagegen durch Alkalien wieder aufgelöst, und wieder andere nur aus alkalischer Flüssigkeit gefällt, dagegen von Säuren wieder aufgelöst. Die meisten Metalle werden von Schwefelwasserstoff schwarz gefällt, dagegen Zink weiß, Arsenik und Cadmium citronengelb, Antimon pomeranzengelb, Zinnoryd schmutziggelb, Mangan fleischroth, Zinnorydul schwarzbraun.

Der Schwefelkohlenstoff (Schwefelalkohol), CS_2 ist eine farblose, stark irisirende, äußerst flüchtige und leicht entzündliche Flüssigkeit, die nach faulen Rüben riecht. Man erhält ihn, wenn man Schwefelgas über glühende Kohlen leitet. Er wird benützt zum Schwefeln und Auflösen des Kautschuks, zum Entfetten der Wolle, der Knochen und Oelsamen, zum Ausziehen der Gewürze (Pfeffer, Nelken, Zwiebeln) und bei der Analyse des Schießpulvers. Den Salpeter zieht Wasser aus, den Schwefel der Schwefelkohlenstoff, und Kohle bleibt zurück. Ferner löst er leicht den Kautschuk auf.

85.



Der gußeiserne Cylinder, welcher mit Kohlen gefüllt ist, wird in einem Ofen zum Rothglühen erhitzt. Man öffnet von Zeit zu Zeit den Kork des Rohres b und wirft Schwefel hinein. Vor dem heißen Luftzug schützt man sich, indem man ein Eisenblech über b steckt. Das Schwefelgas geht durch die glühenden Kohlen und bildet Schwefelkohlenstoff, dessen Gas durch c o f nach n geht. n ist halb mit Eis gefüllt. Durch m entweichen die nicht verdichtbaren Gase durchs Fenster.

Schwefelmetalle. Die Schwefelverbindungen der Leichtmetalle **(Schwefellebern)** sind auflöslich in Wasser, die der Schwermetalle dagegen nicht. Wenn die Letzteren natürlich vorkommen, haben sie oft ein metallähnliches Aussehen und heißen dann **Kiese** oder **Glanze.** Sind sie durchscheinend und von Dimantglanz, so heißen sie **Blenden.** Die Schwefelmetalle verhalten sich theils wie Basen und heißen dann Schwefelbasen oder **Sulfobasen,** theils wie Säuren und heißen daher Schwefelsäuren oder **Sulfosäuren.** Beide vereinigen sich zu **Schwefelsalzen** oder Sulfosalzen.

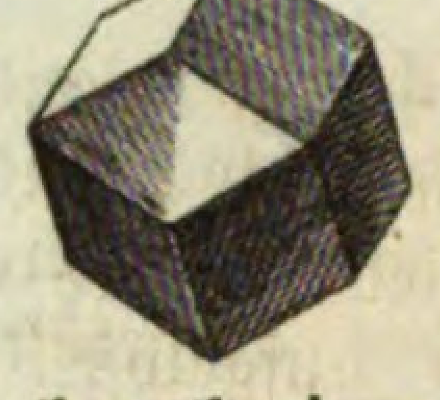
Im Allgemeinen heißen die niederen Schwefelverbindungen eines Körpers **Sulfurete,** die höheren **Sulfide.** Letztere unterscheidet man noch in **Sub-** und **Supersulfide.**

Phosphor.

Eigenschaften. Der Phosphor P bildet 3 allotropische Abänderungen, nämlich 1. den krystallinischen, 2. den weißen und 3. den rothen amorphen P.

Der krystallinische oder gewöhnliche P hat bei gewöhnlicher Temperatur Wachsconsistenz, krystallisirt in Rhombenzwölfflächern (Fig. 86), ist durchscheinend, etwas schwerer als Wasser, farblos bis erbsengelb, wird im Sonnenlichte rothbraun, durch längeres Liegen unter Wasser weiß, er riecht knoblauchartig, wirkt auf den thierischen Körper als ein heftiges Gift. An der Luft stoßt er weiße Dämpfe aus, die im Dunkeln leuchten und aus phosphoriger Säure, PO_3 bestehen. Durch die dabei entwickelte Wärme bricht er endlich von selbst in Flammen aus, besonders wenn mehrere Stücke beisammen liegen. Man hebt ihn daher unter Wasser auf. Er schmilzt schon bei 28° R., entzündet sich bei 32° und verbrennt dann zu Phosphorsäure, PO_5. Schwefelkohlenstoff löst sein mehrfaches Gewicht Phosphor auf, in Weingeist, Aether und fetten Oelen ist er wenig und in Wasser gar nicht löslich.

86.

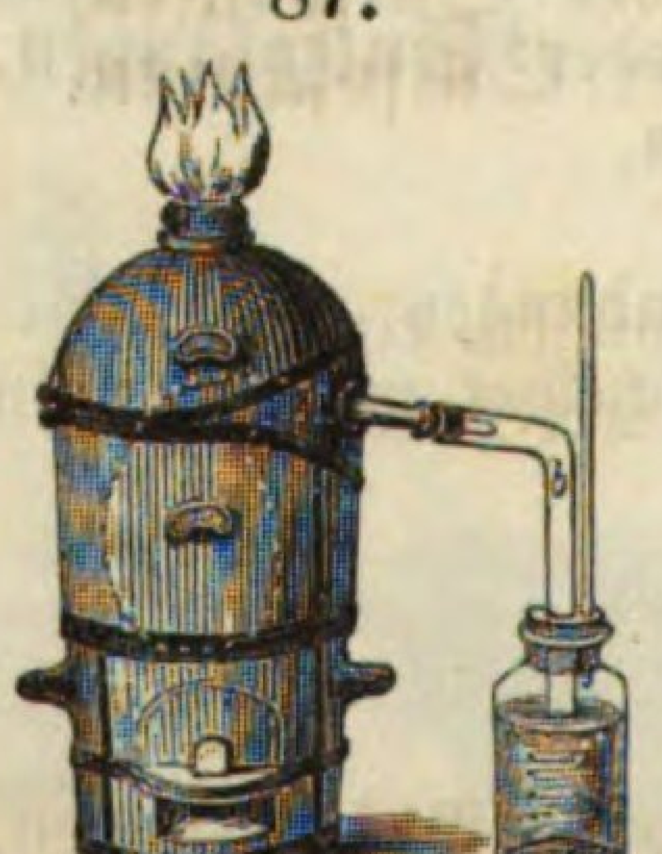


Der weiße Phosphor entsteht aus dem krystallinischen durch längeres Aufbewahren unter Wasser bei Abschluß des Lichtes und bildet ein weißes Pulver, welches sich zur undurchsichtigen, wachsähnlichen Masse zusammenkneten läßt, in den übrigen Eigenschaften jedoch ganz mit dem krystallinischen Phosphor übereinstimmt.

Der rothe Phosphor, gewöhnlich blos der **amorphe Phosphor** genannt, entsteht in kleiner Menge beim Aufbewahren des gewöhnlichen Phosphors unter Wasser bei Lichtzutritt, leicht aber in großer Menge durch längeres Erhitzen desselben (40—60 Stunden) auf 200° R. in einem geschlossenen Gefäße mit Gasentwicklungsrohr (in einem Metallbade von gleichen Theilen Blei und Zinn). Er bildet ein scharlach- bis carminrothes, geruchloses Pulver, ist an der Luft unveränderlich, entzündet sich auch durch Reibung (unter 190° R.), entwickelt keinen Rauch und leuchtet nicht, braucht daher nicht unter Wasser aufbewahrt zu werden und besitzt nicht die Giftigkeit des gewöhnlichen Phosphors. Er entzündet sich erst bei 208° R., indem er in krystallinischen Phosphor übergeht. Mit Sauerstoff liefernden Substanzen, wie Salpeter, gemengt, entzündet er sich jedoch wie der gewöhnliche Phosphor. In Schwefelkohlenstoff ist er schwer löslich und kann dadurch von gewöhnlichem Phosphor gereinigt werden. Kleine Mengen desselben werden durch Erhitzen im Wasserbad und Auswaschen beseitigt.

Vorkommen. Der Phosphor kommt in der Natur nie frei, sondern gewöhnlich als Phosphorsäure vor.

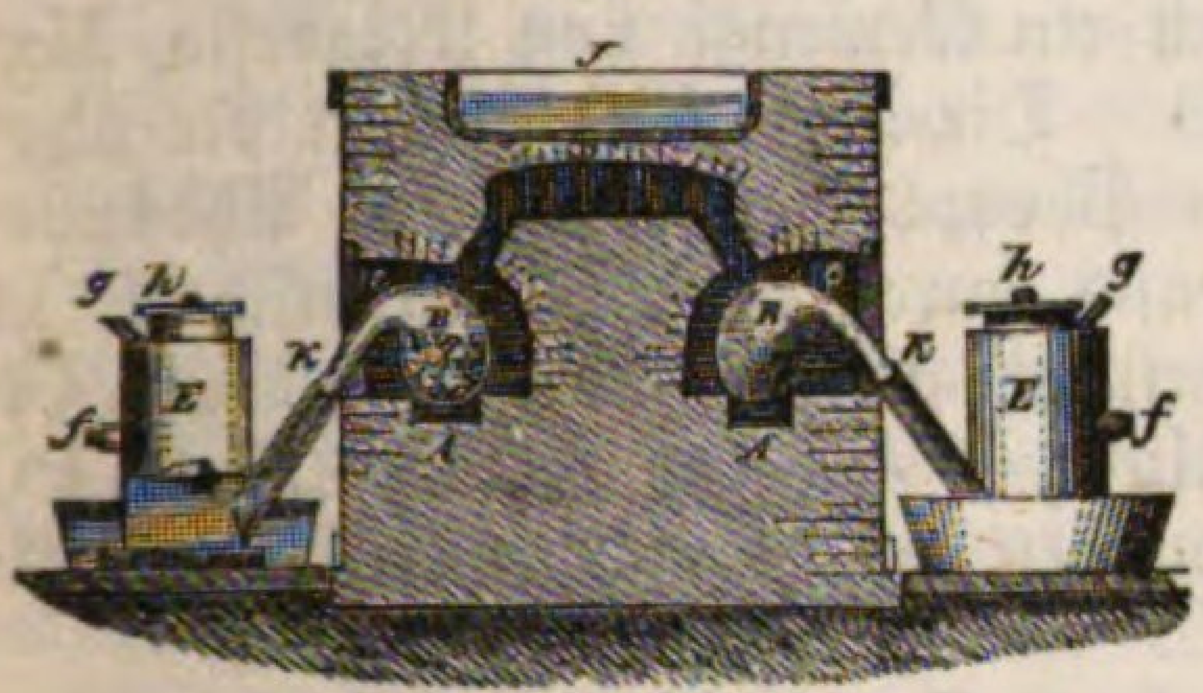
87.



Darstellung. Die Knochen, welche aus Thierfaserstoff, Fett und basisch phosphorsaurer Kalkerde 3 CaO, PO_5 bestehen, werden weiß gebrannt, um die ersteren zu zerstören. Man übergießt die Knochenerde mit Schwefelsäure, welche mit dem größten Theile der Kalkerde als schwefelsaure Kalkerde unauflöslich zu Boden fällt, während sich saure phosphorsaure Kalkerde, CaO, PO_5 auflöst. Man dampft die Flüssigkeit zur Syrupdicke ab, mengt sie mit Kohlenpulver, trocknet ein und setzt sie in einer Thonretorte der Weißglühhitze aus. Der Kohlenstoff bildet mit dem Sauerstoff der Phosphorsäure Kohlenoxydgas, Phosphor wird frei und geht durch b in Dämpfen über, die sich unter Wasser verdichten. Oder man erhitzt schwarzgebrannte Knochen (kohlenhaltige phosphorsaure Kalkerde) mit Kieselsäure. Letztere verdrängt die Phos-

phorsäure, welche dann von der Kohle gleichfalls desoxydirt wird. Man giebt ihm gewöhnlich Stangenform durch Einfüllen in Glasröhren.

88.



Im Großen liegen die Retorten in 2 Reihen in einem doppelten, gewölbten Ofen. Jede Reihe von 5 Retorten hat eine Feuerung, die etwas vor der ersten Retorte und etwas vor dem Canal A liegt. Die Flamme, welche unter den Retorten hin durch das Gewölbe D nach dem Camin zieht, dampft zugleich die Lösung des Cfauren phosphorsauren Kalks in Bleipfannen bei J ab. Bei C werden die Retorten vermauert. Die Phosphordämpfe verdichten sich in der kupfernen Vorlage E, die mit dem Deckel h geschlossen ist, während man bei g die Gase entweichen und bei f das Wasser abfließen läßt, wenn die Masse des Phosphors zunimmt.

89.



Man reinigt ihn von Kohle u. a. Unreinigkeiten, indem man ihn durch einen Sack von Gemsenleder auf einem kupfernen Seiher unter Wasser von 40° R. preßt. Besser geschieht das Durchpressen mittelst Aufpumpens von heißem Wasser (Fig. 89).

Wichtigkeit. Der Phosphor ist wichtig wegen seiner Leichtentzündlichkeit und Giftigkeit. Er wird daher zu den Streichzündhölzern[1]) benützt. Man schmilzt in einem bis 30° R. erwärmten Brei von Gummiauflösung, Braunstein und Salpeter etwas Phosphor, vertheilt denselben möglichst durch Umrühren und taucht dann die mit Schwefel, Stearin oder Paraffin überzogenen Hölzchen ein. Der Salpeter liefert dem Phosphor Sauerstoff zum Brennen und der Braunstein vermehrt die Reibung. Er dient ferner als Arzneimittel und zur Vertilgung der Ratten und Mäuse. Er tödtet Menschen und Thiere schon in sehr kleiner Menge unter heftigen Schmerzen. Man muß ihn schleunigst durch Brechmittel zu entfernen suchen.

Die giftige Wirkung des Phosphors, sowohl durch seine Ausdünstung, als, wenn er in den Magen gelangt, beruht darauf, daß er als Dampf Wasser zersetzt und mit den Bestandtheilen desselben 2 giftige Verbindungen bildet, nämlich phosphorige Säure, PO_3 und Phosphorwasserstoffgas, H_3P. Zur Verhütung seiner schädlichen Wirkungen hat man daher der Entstehung dieser beiden Verbindungen entgegenzuwirken.

Man hoffte den Uebelständen, welche mit der Verarbeitung und Benützung des gewöhnlichen Phosphors verbunden sind, durch Einführung des rothen Phosphors zu entgehen, allein er hat sich keineswegs bewährt. Er ist für Zündwaaren 1. zu theuer und 2. zu schwer entzündlich. Durch Mischungen von chlorsaurem Kali mit Schwefelkies oder Schwefelantimon und Gummi erhält man **phosphorfreie Zündhölzer**. Noch besser ist die Mischung von chlorsaurem Kali (52 Th.), unterschwefligsaurem Bleioxyd (26) und Gummi Phosphorfreie Zündhölzer.
(8), weil sie sich bei der niedrigsten Temperatur entzündet und am wenigsten hygroskopisch ist. Die Wirkung dieser Mischung ist jedoch noch nicht zuverlässig genug und sie ist daher noch nicht in die Zündholzfabrikation eingeführt. Man beschränkt sich daher vorläufig auf die größtmögliche Verminderung der Phosphormenge. Löst man den Phosphor in Schwefelkohlenstoff, so ist er feiner zertheilt, man braucht nur $^1/_{300}$ des seither verbrauchten und kann ohne Erwärmung arbeiten. Man erhält dadurch keine phosphorfreien, aber doch geruchlose Zündhölzer.

---

1) Erfunden vom Chemiker und Fabrikanten Jakob Fr. Kammerer in Ludwigsburg.

Ist der Phosphor in den Magen gekommen, so wird sein Uebergang in Dampfform durch die Wärme noch mehr beschleunigt. Da hier das Terpentinöl nicht anwendbar ist, so sucht man die entstandene phosphorige Säure und den Phosphorwasserstoff zu Phosphorsäure PO_5, einer unschädlichen Verbindung, zu oxydiren. Man reicht nämlich ein Gemenge von Magnesia, MgO und unterchlorigsaurer Magnesia MgO,ClO. Die MgO,ClO oxydirt die phosphorige Säure zu Phosphorsäure und den Phosphorwasserstoff zu Phosphorsäure und Wasser, während die freie Basis durch ihre Verwandtschaft zur Phosphorsäure die Bildung derselben unterstützt: $PO_3 + 3MgO + MgO, ClO = 3MgO, PO_5 + MgCl$ und $H_3P + MgO + 4MgO, ClO = 3MgO, PO_5 + 4MgCl + 3HO$. Phosphor-Brandwunden wäscht man mit Chlorkalklösung aus.

Verbindungen. Der Phosphorwasserstoff und die phosphorige Säure sind technisch nicht wichtig, wohl aber die Phosphorsäure, PO_5.

Phosphorsäure, PO_5. Eigenschaften. Weiße Flocken, die an der Luft schnell Wasser anziehen und zerfließen. Sie bildet beim Abdampfen und Schmelzen als Phosphorsäurehydrat eine farb- und geruchlose Masse, welche einen rein sauren Geschmack besitzt; ist in Wasser und Weingeist in jedem Verhältniß löslich, verflüchtigt sich erst bei starker Rothglühhitze und treibt deshalb auf trocknem Wege selbst Schwefelsäure aus ihren Verbindungen aus. Sie ist nicht giftig, wenn sie nicht zu concentrirt ist.

Vorkommen. Sie kommt nur gebunden in der Natur vor, besonders an Kalk im Mineralreich als Apatit und Phosphorit und im Thierreich als Knochenerde; in den Getraidesamen als phosphorsaure Magnesia.

Die Phosphorsäure kommt in 3 isomeren Abänderungen vor, als 1-, 2- und 3basische Phosphorsäure.

Die 1basische Phosphorsäure entsteht beim Verbrennen des Phosphors oder durch Abdampfen der Auflösung der beiden anderen in Wasser.

Die 2basische entsteht beim Glühen von phosphorsaurem Natron.

Die 3basische oder gewöhnliche Phosphorsäure entsteht bei der Bereitung der Phosphorsäure auf nassem Weg.

Die 1- und 2basische fällen Silbersalz weiß, die 3basische eigelb. Die 1basische fällt Baryt und Eiweiß, die beiden andern nicht.

Darstellung. Man erhält sie durch Verbrennen des Phosphors oder durch Erhitzung desselben mit Salpetersäure. Oder man zersetzt die Knochenerde mit Salpetersäure, digerirt die saure phosphorsaure Kalkerde (CaO,PO_5) mit essigsaurem Bleioxyd, zersetzt das phosphorsaure Bleioxyd mit Schwefelsäure, filtrirt das unlösliche schwefelsaure Bleioxyd ab und verdampft. Die ausgeschiedene Essigsäure sättigt man mit kohlensaurem Bleioxyd und benützt sie wieder zur Fällung der Phosphorsäure. Man erspart bei dieser Methode Zeit, Mühe, Feuerung und große Gefäße.

90.



91.



Setzt man Phosphor der Luft aus, so bildet er anfangs phosphorige Säure, die allmälig in Phosphorsäure übergeht. Man muß aber jede Phosphorstange in eine besondere (unten zugespitzte) Glasröhre bringen, damit er sich entzündet. Verbrennt man Phosphor in einer mit einem Glasballon gehängten Schale, so erhält man sogleich Phosphorsäure.

Wichtigkeit. Sie ist wichtig als Hauptbestandtheil der Knochen und darf daher in den Nahrungsmitteln nicht fehlen. Sie dient zur Darstellung des Phosphors, wird aber als Säure selten benützt, wie in der Medicin, besonders wegen ihres angenehmen Geschmackes zu kühlenden Getränken, in der Chemie als Reagens.

Verbindungen. Die phosphorsauren Salze oder Phosphate sind mit Ausnahme der alkalischen in Wasser unlöslich.

Ausmittlung. Die freie Säure läßt sich nicht als Phosphorsäure nachweisen. Man neutralisirt sie daher mit einem Alkali. Sie wird dann von salpetersaurem Silberoxyd entweder eigelb oder weiß gefällt. Der gelbe Niederschlag ist mit arsenikfaurem Silberoxyd und Jodsilber und der weiße mit Chlorsilber zu verwechseln, unterscheiden sich aber von ersterem, daß dieser sich in Essigsäure, von den beiden letzteren, daß sich das phosphorsaure Silberoxyd in Schwefelsäure auflöst, Jod und Chlorsilber aber nicht. — Die phosphorsauren Salze bilden ferner mit Ammoniak und einem Magnesiasalz einen weißen flockigen Niederschlag, der bald krystallinisch wird.

Mit dem Wasserstoff bildet der Phosphor drei Verbindungen, einen festen (P_2H), einen flüssigen (PH_2) und einen gasförmigen Phosphorwasserstoff (PH_3), von denen nur der letztere einige Wichtigkeit hat.

Das Phosphorwasserstoffgas PH_3 ist farblos, von Knoblauchgeruch, entzündet sich schon bei 80° R. und verbrennt zu Phosphorsäure und Wasser. Es entsteht durch Kochen von Phosphor in einer Auflösung von Aetzkali in Weingeist. Mit Wasser statt Weingeist bereitet, entzündet sich das Gas an der Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur, weil ihm dann etwas flüssiger Phosphorwasserstoff beigemengt ist. Auf dieses Verhalten stützt sich die Erklärung der **Irrlichter.** Es sind blasse Flammen mit hell leuchtenden Spitzen, welche auf Sümpfen oder Kirchhöfen dadurch entstehen, daß sich viel Grubengas entwickelt, dem etwas selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas und atmosphärische Luft beigemengt ist. Die Irrlichter.

Bor.

Das Bor, B ist als solches nicht von Wichtigkeit, wohl aber seine Sauerstoffverbindung, die

Borsäure oder Borarsäure BO_3. Eigenschaften. Sie ist in wasserfreiem Zustand eine harte, farblose, glasartige Masse, die allmälig Wasser aus der Luft anzieht, trüb wird und zerfällt. Das Hydrat bildet weiße perlmutterglänzende Schuppen, schmeckt schwach bitter, ist in Wasser und Weingeist löslich, röthet Lackmus schwach und bräunt sogar das Curcumapapier in weingeistiger Lösung, was sonst nur Basen thun, ist schmelzbar, aber vollkommen feuerbeständig und treibt daher auf trocknem Wege die flüchtigen Säuren aus.

Vorkommen. Sie findet sich frei in kleiner Menge in vielen Quellen und im Meerwasser, besonders aber den Gasen und Wasserdämpfen beigemengt, welche bei Sasso in Toscana aus dem Boden entweichen und in den heißen Quellen und Sümpfen oder Lagunen, welche aus diesen Dämpfen entstehen und heißt daher Sassolin. An Natron gebunden findet sie sich im Borax.

Darstellung. Man leitet in Toscana die borsäurehaltigen Dämpfe in mit Wasser gefüllte gemauerte Kessel, wodurch sich das Wasser erhitzt und mit Borsäure sättigt und dampft dann die Lösung gleichfalls durch diese Dämpfe ab. Früher bereitete man sie durch Abscheidung aus dem borarsauren Natron oder Borax, jetzt bereitet man umgekehrt aus der Borsäure Borax, weil früher der Borax, jetzt aber die Borsäure billiger zu haben ist.

Wichtigkeit. Man braucht sie in der Medicin, zu Löthrohrversuchen, zur Fabrikation von Glas, Frittenporzellan und feiner Fayence. Am wichtigsten ist sie als Bestandtheil des Borax.

Verbindungen. Die borsauren Salze oder Borate schmelzen in der Hitze zu glasartigen Massen.

Ausmitlung. Man erkennt die freie oder durch Zusatz von Schwefelsäure frei gemachte Borsäure daran, daß sie die Flamme des Weingeistes grün färbt.

Vor dem Lötbrohr schmilzt man Borate fein gepulvert und mit 1 Theil borsäurefreiem Flußspath und $4^1/_2$ Theil doppelt schwefelsaurem Kali gemengt in der inneren Flamme. Fluorborsäure wird frei und färbt die Flamme (kurze Zeit) zeisiggrün.

Kiesel.

Der Kiesel oder das Silicium, Si ist als solcher nicht wichtig, wohl aber seine Sauerstoffverbindung, die

Kieselsäure oder Kieselerde, SiO_3. Eigenschaften. Sie erscheint im Mineralreiche krystallisirt in großen sechsseitigen Säulen mit pyramidaler Zuspitzung oder als krystallinische Masse, die am Stahl Funken giebt. Künstlich dargestellt ist sie ein weißes Pulver, das zwischen den Zähnen knirscht, weder in Wasser noch Säuren löslich ist, daher auch Pflanzenfarben nicht verändert. Sie wird nur von Flußsäure angegriffen, ist unschmelzbar und feuerbeständig. Durch Kochen mit concentrirter Auflösung von Kali oder Natron, sowie durch Schmelzen mit 4 Theilen dieser Alkalien entsteht kieselsaures Kali oder Natron, welches in Wasser leicht löslich ist. Säuren fällen daraus die Kieselsäure als gallertartige amorphe Masse, die in vielem Wasser löslich ist und zwar als Hydrat $3\,SiO_3, 2\,HO$. Durch scharfes Eintrocknen, namentlich mit Salzsäure geht die Kieselsäure wieder in die unauflösliche Abänderung über.

Vorkommen. Die unlösliche krystallinische Kieselsäure bildet in freiem Zustand einen Hauptbestandtheil der Erdrinde als Quarz und Sand, die lösliche amorphe findet sich als Opal und mit der unlöslichen gemengt im Feuerstein. Der reinste Quarz, welcher durchsichtig und deutlich krystallisirt ist, heißt Bergkrystall. Außerdem ist sie auch sehr häufig an Basen gebunden, namentlich an Thonerde im Thon. Ferner ist sie sehr verbreitet im Pflanzenreich, besonders in den Gräsern, Schachtelhalm u. s. w. Im Thierreiche fand man die Kieselsäure im Blute, in den Haaren und Federn.

Die Darstellung ist durch ihr häufiges Vorkommen in reinem Zustand erspart. Setzt man zu kieselsaurem Alkali die Säure tropfenweise, so erhält man unlösliche, setzt man die ganze zur Zersetzung nothwendige Menge auf einmal zu, die lösliche Kieselsäure.

Wichtigkeit. Sie ist vor Allem wichtig als Sand und Kies zur Lockerung des Bodens, damit Luft und Wasser eindringen können, und zur Zertheilung des Kalkes in dem Mörtel. Der Sand bildet ferner die Sandsteine, welche wegen ihre Porosität schlechte Wärmeleiter sind und deshalb so wie wegen ihrer Feuerbeständigkeit, dem Kalkstein außer bei Fundamenten als Baumaterial vorgezogen werden. Wegen ihrer Härte dient sie als Tripel zum Schleifen und Putzen, als Sandstein zu Mühlsteinen, ferner zum Feuerschlagen, zum Bestreuen der Wege u. s. w. Als schlechter Wärmeleiter dient der Sand zu chemischen Sandbädern, zum Trocknen von Pflanzen, durch Luftabschluß zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln und zur Verschließung der Fugen an Oefen. Wegen seiner Unauflöslichkeit benützt man ihn zum Filtriren des Wassers. Als feuerbeständige Säure dient die Kieselsäure zur Phosphor-

Bereitung und wegen ihrer Eigenschaft mit Basen im Feuer schmelzbare glasartige Verbindungen zu bilden, zur Erzeugung des Glases, der Glasuren und der Smalte und als Zuschlag zum Ausschmelzen vieler Erze. Eben so wichtig ist sie als chemischer Bestandtheil des Lehms, Thons und Porzellans. Der Bergkrystall und einige färbige Quarzarten werden zu Gefäßen und verschiedenen Luxusgegenständen verarbeitet.

Verbindungen. Die kieselsauren Salze oder Silicate werden durch Zusammenschmelzen der Kieselsäure mit Basen erhalten und bilden sehr harte amorphe Massen. Die durchsichtigen derselben heißen Glas und die undurchsichtigen oder trüben, wenn sie als Ueberzüge von Metall dienen, Email und, wenn man sie als Nebenprodukt wie beim Metallausschmelzen erhält, Schlacke. Die Silicate, welche zum Ueberziehen des Thons dienen, heißen Glasuren, sie mögen durchsichtig oder undurchsichtig sein. Die meisten Silicate werden von Säuren nicht angegriffen.

Ausmittlung. Vor dem Löthrohr ist die freie Kieselsäure für sich unschmelzbar, bildet aber mit überschüssiger Soda unter Aufbrausen ein klares, in Wasser lösliches Glas. Erhitzt man Silicate in kleinen Stücken (nicht in Pulver) mit Phosphorsalz, so bildet die Kieselsäure in dem klaren Glase eine Trübung von der Form des angewendeten Stückes (ein sogenanntes Kieselskelett).

Die unauflösliche Kieselsäure so wie die unlöslichen Silicate schmilzt man mit 4 Theilen kohlensaurem Natron zusammen und zieht mit Wasser das Natronsilicat aus. Die auflösliche Kieselsäure löst man blos in Kali- oder Natronlösung auf und die löslichen Silicate in Wasser. Zu der Auflösung setzt man concentrirte Salzsäure. Der entstehende weiße, gallertartige Niederschlag hat große Aehnlichkeit mit der Thonerde, unterscheidet sich aber dadurch von ihr, daß er sich nicht wie diese in einem kleinen Ueberschusse der Salzsäure auflöst. Sehr kleine Mengen Kieselsäure entdeckt man leicht dadurch, daß der zu untersuchende Körper mit etwas Flußspath und concentrirter Schwefelsäure in einem Platin- oder Bleigefäße erwärmt Fluorkieselgas entwickelt, welches einen darüber gehaltenen feuchten Glasstab weiß beschlägt, indem Kieselfluorwasserstoff und Kieselsäure entsteht. $3\,HF + SiO_3 = SiF_3 + 3\,HO$ und $4\,SiF_3 + 3\,HO = 3\,HF,\ SiF_3 + SiO_3$.

Metalle.

Leichtmetalle.

Die Leichtmetalle kommen in der Natur nie rein, sondern nur in Verbindung mit andern Stoffen vor. Man stellt sie gewöhnlich aus ihren Oxyden dar, indem man diese entweder durch die galvanische Säule zersetzt oder mit Kohle glüht, welche sich mit ihrem Sauerstoff zu Kohlenoxyd verbindet. Fast alle oxydiren sich sogleich wieder an der Luft. Ihre Oxyde, Haloidsalze und die Verbindungen mit farblosen Säuren sind in der Regel weiß oder farblos.

Kalium.

Das Kalium, K ist zinnweiß, weicher als Wachs, leichter als Wasser, schmilzt bei 47° R., bildet bei Rothglühhitze grüne Dämpfe, überzieht sich an der Luft sogleich mit einer grauen Haut von Oxyd, entzündet sich in Wasser und sogar auf Eis und verbrennt mit purpurrother Flamme zu Kaliumoxyd oder Kali, an der Luft aber erst beim Erhitzen, weil das Streben des Wassers sich mit Kali zu verbinden prädisponirend wirkt. Da es alle Sauerstoff enthaltenden Körper zersetzt, so kann es nur in Steinöl aufbewahrt werden, welches blos aus Wasserstoff und Kohlenstoff besteht. Es dient in der Chemie zur Reduction schwer desoxydirbarer Körper.

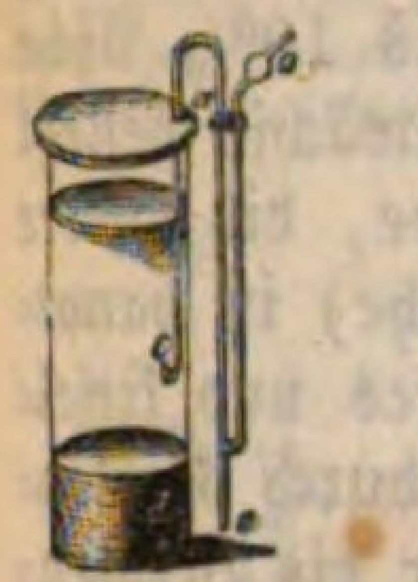
Das Kali, KO kommt gewöhnlich nur als Hydrat KO, HO vor. Das KO, HO oder das Aetzkali ist eine weiße, feste, spröde Masse von brennend scharfem Geschmack, zieht aus der Luft Wasser und Kohlensäure an und zerfließt daher, löst sich in $^1/_2$ Gewichttheil Wasser und auch in Weingeist auf. Es schmilzt noch vor dem Glühen und verdampft bei starker Glühhitze, ohne sein Wasser zu verlieren. Seine Auflösung (Aetzlauge) bläut rothes Lackmuspapier, macht die Finger schlüpfrig, weil es organische, namentlich thierische Körper zerstört. Es ist die stärkste Basis.

Vorkommen. Es kommt in der Natur nicht frei vor, bildet aber einen, wenn auch nur geringen, doch durchgängigen Theil aller Pflanzen, gebunden an verschiedene Säuren, wie Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Kieselsäure, besonders aber an Pflanzensäuren wie Sauerkleesäure, Weinsteinsäure, Aepfelsäure u. s. w. Die Pflanzensäuren verwandeln sich bei der Verbrennung in Kohlensäure. Seltner ist es im Thier- und Mineralreich, weshalb es auch früher **Pflanzenalkali** hieß, wie das Natron Mineralalkali.

Darstellung. Man setzt zu einer kochenden Auflösung von 1 Theil kohlensaurem Kali allmälig $^1/_2$ oder überhaupt so viel gebrannten Kalk, bis alle

Kohlensäure vom Kalk aufgenommen ist, der als unauflöslicher kohlensaurer Kalk zu Boden fällt, während die Flüssigkeit nur freies Kalihydrat enthält. Wenn man daher eine ausgehellte Probe in Schwefelsäure gießt, darf sie nicht

92.



mehr brausen. Das kohlensaure Kali muß aber in wenigstens 10 Theilen Wasser aufgelöst sein, denn in concentrirter Auflösung hat das Kali größere Verwandtschaft zur Kohlensäure als der Kalk. Man filtrirt die Auflösung durch Leinwand, weil diese von kalter und verdünnter Kalilösung nicht angegriffen wird, oder zieht sie mit einem Heber (Fig. 92) vom Bodensatze ab, trocknet ein und schmilzt in einem eisernen, oder besser silbernen Gefäße.

93.



Wichtigkeit. Das Aetzkali dient zur Seifenbereitung, zum Reinigen der Wäsche, als Aetzmittel in der Chirurgie, wozu man es schmilzt und in eine Stangenform (Fig. 93) gießt; in der Chemie als Lösungsmittel für Kieselsäure, Thonerde, Schwefel, verschiedene Schwefelmetalle, einige Oxyde und zur Fällung der übrigen Oxyde. Bei Vergiftungen mit Aetzlauge sind Gegenmittel die Pflanzensäuren, verdünnter Essig und Citronensaft oder Oel.

Mit dem Schwefel bildet das Kali 5 Verbindungen. Die wichtigste davon ist das

Fünffachschwefelkalium oder die Kalischwefelleber, KS_5, eine leberbraune Masse, die bald an der Luft grünlich und feucht wird unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff; in Wasser ist es leicht löslich mit gelber Farbe. Säuren entwickeln aus der Lösung Schwefelwasserstoff unter Abscheidung von Schwefel. (Vgl. S. 67).

Es kommt in der Natur nicht vor. Man erhält es durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Schwefel und kohlensaurem Kali. Es dient in der Medicin, besonders zu Schwefelbädern und zur Darstellung der Schwefelmilch.

Verbindungen. Die Kalisalze, so wie die Haloidsalze des Kaliums sind fast sämmtlich in Wasser löslich, enthalten wenig oder kein Krystallwasser und sind daher nicht zum Verwittern geneigt.

Ausmittlung. Wenn man die Kalisalze mit etwas Weinsteinsäure, das freie Kali aber mit einem Ueberschusse dieser Säure oder besser mit doppeltweinsaurem Natron versetzt, so entsteht ein weißer, krystallinisch körniger Niederschlag von doppeltweinsteinsaurem Kali, Platinchlorid bildet einen gelben Niederschlag von Kaliumplatinchlorid. Die Löthrohrflamme färben sie violett und das gelbe Nickelborarglas ebenfalls violett.

Das kohlensaure Kali, KO, CO_2 krystallisirt mit 3 Atomen Wasser in klinorhombischen Prismen, welche aber bald an der Luft zerfließen, es kommt daher gewöhnlich zur Trockne abgedampft als weiße, krümelige Masse vor von ähnlichem Geschmack wie das Aetzkali, nur schwächer, zerfließt an der Luft, reagirt alkalisch und ist überhaupt dem Aetzkali sehr ähnlich, unterscheidet sich aber besonders dadurch, daß es in Weingeist unlöslich ist und mit Säuren braust. Es löst sich in etwas mehr als seinem gleichen Gewichte Wasser und in $^2/_3$ kochendem, krystallisirt schwer aus sehr concentrirter Auflösung und schmilzt in starker Glühhitze, ohne Kohlensäure zu verlieren.

Vorkommen. Das kohlensaure Kali kommt in der Natur nicht vor.

Darstellung. Um es rein zu erhalten, glüht man Weinstein (doppeltweinsteinsaures Kali), entfernt durch Auslaugen die Kohle und trocknet ein. Im Großen erhält man es, jedoch unrein, als **Pottasche** durch Auslaugen der Holzasche.

Holzartige Gewächse liefern ½ bis 1%, krautartige 3 bis 10% Asche vom Gewicht der lufttrocknen Pflanze. Die Asche der Holzgewächse besteht über die Hälfte aus kohlensaurer nebst phosphorsaurer Kalkerde, die andere Hälfte (bei den krautartigen Gewächsen der größte Theil der Asche) ist hauptsächlich kohlensaures Kali, außerdem enthält sie noch schwefelsaures und kieselsaures Kali, Chlorkalium und freie Kieselsäure. Grau ist sie durch Kohlentheile und bräunlich von Extractivstoff gefärbt. Je vollkommner die Verbrennung, um so weißer die Asche.

94.



Man stampft die Asche in Fässer mit doppeltem Boden (Aescher), wovon der obere durchlöchert und mit Stroh bedeckt ist, fest ein, übergießt sie mit Wasser, läßt die Lauge von da auf ein zweites und so viele folgende Fässer bis sie gesättigt ist, setzt sie an die Luft, damit sich das kieselsaure Kali unter Absatz von Kieselsäure in kohlensaures Kali verwandelt, und dampft in eisernen Kesseln ab.

Damit die Lauge leichter abfließt, läßt man die Luft aus dem Zwischenraume durch ein Rohr b entweichen.

Die erhaltene rohe Pottasche oder der Pottaschenfluß ist von Extractivstoff braun gefärbt. Man befreit sie davon und von anhängendem Wasser, indem man sie in einem Flammofen brennt oder calcinirt.

95.

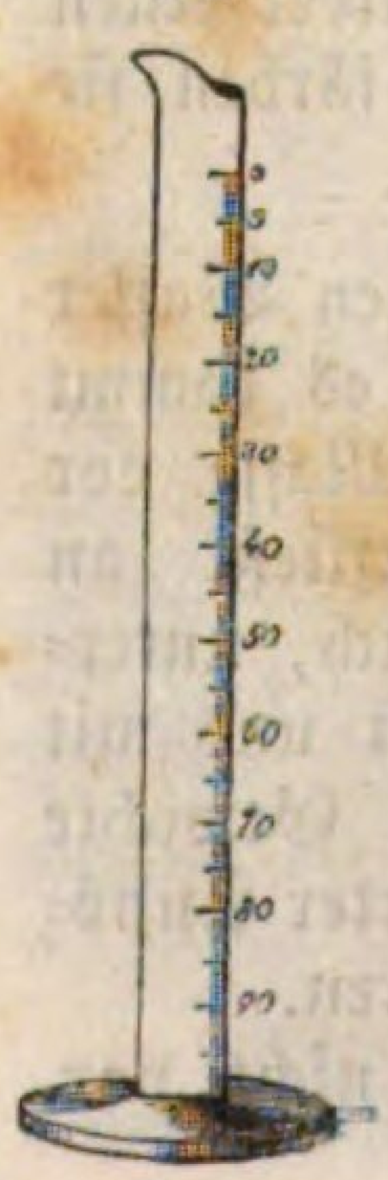


Das Holz brennt auf 2 Rosten a a, die Flamme schlägt über die Brücken t t auf den Calcinirheerd c, wo die Pottasche liegt. Die Luft tritt durch die Aschenfälle b b ein. Der Raum h dient nur zum besseren Trockenhalten der Sohle c. Auch das Gewölbe e ist nicht wesentlich und kann zu beliebigen Zwecken dienen.

Die calcinirte Pottasche ist weiß, grau oder durch etwas mangansaures Kali bläulich gefärbt. Sie enthält meistens zwischen 40 und 50% kohlensaures Kali. Um sie auf ihren Gehalt zu prüfen, bestimmt man gewöhnlich nicht das kohlensaure Kali selbst, sondern die Menge des an das kohlensaure Kali gebundenen Kali.

Auch aus dem eingetrockneten Rückstand des Branntweins aus Runkelrübensyrup wird Pottasche gewonnen, ferner aus dem Chlorkalium der Mutterlauge von der Darstellung des Seesalzes und aus dem Chlorkalium von Staßfurt auf dieselbe Weise wie die Soda aus Chlornatrium.

96.



Alkalimeter von Descroizilles. Eine Pottasche ist um so besser, je mehr sie Schwefelsäure zur Sättigung braucht. Man löst daher nach Descroizilles 100 Gewichttheile der zu prüfenden Pottasche in beliebiger Menge Wasser auf und filtrirt. Nun verdünnt man sich 77 Theile concentrirter Schwefelsäure, welche zur Sättigung von 100 Th. reinem kohlensauren Kali hinreichen, mit so viel Wasser, daß das Alkalimeter (ein in 100 gleiche Raumtheile getheilter Glascylinder) davon voll wird. Man gießt von dieser Säure allmälig zu der mit etwas Lackmustinctur gefärbten Pottaschenlösung, bis diese röthlich oder violett wird. So viel man nun Volumtheile Säure gebraucht hat, so viel Gewichttheile reines kohlensaures Kali enthält die Pottasche (100 kohlensaures Kali = 68 reines Kali).

Soll die Schwefelsäure nicht kohlensaures Kali, sondern Kali anzeigen, so nimmt man statt 77 Theile 104 Theile concentrirter Schwefelsäure (100 Kali = 147 kohlensaures Kali).

Pottaschenprobe von Fresenius und Will. 3,145 Grammen reines kohlensaures Kali enthalten gerade 1 Gramme oder 100 Centigrammen Kohlensäure. Wenn man sie mit Schwefelsäure übergießt, so werden sie demnach 100 Centigr. am Gewichte verlieren. 100 Centigr. Gewichtverlust zeigen also an, daß die Pottasche rein ist, oder aus 100% kohlensaurem Kali besteht. Wenn aber 100 Centigr. Gewichtverlust 100% kohlensaures Kali anzeigen, so muß auch jede andere Zahl des Gewichtsverlustes dieselbe Zahl von Procenten an kohlensaurem Kali anzeigen.

97.



Man füllt die filtrirte Lösung von 3,145 Gr. Pottasche in eine größere Flasche A und concentrirte Schwefelsäure in eine kleinere B, welche beide durch eine zweimal im rechten Winkel gebogene Glasröhre in Verbindung stehen. Die Röhre paßt luftdicht in die Korke und endigt in der Pottaschenlösung A gleich unter dem Kork, geht aber in der Schwefelsäure bis auf den Boden der Flasche. Dagegen geht in A eine offene senkrechte Glasröhre auf den Boden, in B aber nur bis unter den Kork, die Mündung a wird mit Wachs verschlossen.

Man tarirt den Apparat auf einer Wage und saugt bei e etwas Luft aus, so daß auch aus A Luft heraustritt. Beim Aufhören des Saugens bleibt die Luft in A verdünnt, weil a verschlossen ist, während bei e wieder Luft eindringt und etwas Schwefelsäure in die Flasche A treibt. Das Saugen wird wiederholt bis das Brausen aufhört. Die Kohlensäure muß durch die Schwefelsäure gehen, welche ihr das mitgenommene Wasser entzieht. Man öffnet dann a und zieht so lange Luft durch den Apparat, bis alle Kohlensäure heraus ist und wiegt.

Wichtigkeit des kohlensauren Kali. Die technische Anwendbarkeit desselben beruht hauptsächlich darauf, daß es eines der billigsten Kalisalze, und an die schwache Kohlensäure gebunden ist, welche von den meisten Säuren leicht verdrängt wird. Es dient deshalb zur Fabrikation des Glases, der Smalte, zum Aufschließen unlöslicher Silicate, zur Bereitung des Schwefelkaliums, Blutlaugensalzes, Alauns, Salpeters und der übrigen Kalisalze. Es schlägt viele Oxyde als kohlensaure nieder, die sich durch Glühen leicht von der Kohlensäure befreien lassen, wie Magnesia, Zink- und Kupferoxyd. Man benützt es statt des freien Kali zum Neutralisiren überschüssiger Säuren. Die Aschen- und Pottaschenlauge dient zum Reinigen der Wäsche und um der zu bleichenden Leinwand vorher den größten Theil des harzigen Farbstoffes zu entziehen. Es bildet zwar nicht wie das Aetzkali eigentliche Seifen mit Fetten und Harzen, aber es vermittelt doch ihre Vertheilung im Wasser, z. B. um Zeuge und Gefäße davon zu befreien. Man erhält das Aetzkali am leichtesten aus dem kohlensauren Salze, daher dient die Pattasche zur Seifensiederlauge, die ausgelaugte und unausgelaugte Asche als Dungmittel. Das kohlensaure Kali wird auch in der Medicin benützt. Bei Verbrennungen und Insectenstichen ist es, wie freie und kohlensaure Alkalien überhaupt, besonders wirksam und zweckmäßig, weil man Aschenlauge fast immer schnell zur Hand hat.

Es dient auch zum Gehen des Teiges, wahrscheinlich, indem die dabei gebildete Milchsäure Kohlensäure aus dem kohlensauren Kali entwickelt, welche den Teig auftreibt und weil kleine Mengen alkalischer Körper die Gährung befördern; besonders beim Lebkuchenteig, weil es da auch durch seine alkalische Wirkung die braune Farbe verstärkt.

Die Pottasche wurde zwar zu vielen Zwecken von der billigeren Soda verdrängt, wie zur Wäsche, zur Bereitung der gemeinen Seife, der Schwefelleber und des Wasserglases, zur Fällung der Metalloxyde und zum Theil in der Glasfabrikation, allein sie ist in gewissen Fällen nicht ersetzbar, wie bei der Fabrikation des gemeinen Salpeters und der übrigen Kalisalze, der Schmierseife u. s. w. Trotzdem ist der Preis der Pottasche nicht gefallen, sondern vielmehr gestiegen. Da die Einfuhr der Pottasche nach Deutschland nicht abgenommen hat, so kann man dies nur der vielseitigen Verdrängung des Holzes als Brennstoff durch die Steinkohle zuschreiben.

Das zweifach kohlensaure Kali oder Kalibicarbonat, $KO, 2CO_2, HO$ schmeckt und reagirt nur schwach alkalisch, ist luftbeständig, in 4 Th. Wasser löslich, wird beim Kochen einfach kohlensaures Kali, von Quecksilberchlorid weiß und von Bittersalz gar nicht gefällt. Es kommt neben zweifach kohlensaurem Natron in den alkalischen Mineralwässern vor. Man erhält es durch Sättigen des einfach kohlensauren Kali mit kohlensaurem Gas, oft als Nebenprodukt in Gährungskellern oder mittelst natürlich vorkommender Kohlensäure. (Vgl. doppelt kohlens. Natron S. 90). Es dient mit Weinsäure zu Brausepulvern und Schaumweinen, zum Sättigen von Säuren, wo die einfach kohlensauren Alkalien Veränderungen bewirken, wie bei organischen Farbstoffen, z. B. beim Kuhkothbade in der Kattundruckerei.

Salpeter.

Das salpetersaure Kali, oder der gemeine **Salpeter**, KO,NO_5 krystallisirt in rhombischen, gewöhnlich aber in sechsseitigen Säulen mit zugeschärften Endflächen ohne Krystallwasser, ist luftbeständig, von kühlend salzigem Geschmack, löst sich unter Kälteentwicklung in 4 Theilen kaltem und $^1/_2$ Theil warmem Wasser, schmilzt bei schwachem Erhitzen und wird bei stärkerem zersetzt, wobei zuerst Wasser, dann Stickstoffoxydgas entweicht und Kali zurückbleibt. Auf glühenden Kohlen verpufft es.

Vorkommen. Ohne Beihilfe der Kunst entsteht der Salpeter nur dann, wenn sich alle Bedingungen zu seiner Entstehung in hinreichendem Maaße vereinigen, nämlich ein kali- und kalkreicher poröser Boden, warmes Klima und mäßige Feuchtigkeit. In Ostindien, besonders in den Salpeterhöhlen von Ceylon treffen diese Umstände in solchem Grade zusammen, daß sie bei Weitem die größte Menge Salpeter liefern. Die Basen des Bodens prädisponiren den Stickstoff, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure zu verbinden, aber nur in dem Augenblick, wo er aus einer Verbindung frei wird, also aus verwesenden stickstoffhaltigen Körpern. Poröse Substanzen verdichten aber die Gase und zwingen auch den freien Stickstoff der Luft zur Vereinigung mit Sauerstoff unter Mitwirkung der Wärme und Feuchtigkeit. In Ungarn wittert der Salpeter an mehreren Stellen aus dem Boden, er entsteht ferner in der Nähe von Abtritten und Viehställen, überhaupt wo Thierstoffe in Berührung mit Basen verwesen und wittert daher oft aus Mauern aus. Auch manche Pflanzen enthalten Salpeter, wie Borrage, Sonnenblume, Tabak, Runkelrübe.

Mauersalpeter.

Mit dem Namen **Mauersalpeter** bezeichnet man aber gewöhnlich alle aus Mauern ausblühenden Salze. Sie bestehen meistens aus schwefelsanrem Natron, zuweilen auch aus schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia. Diese Salze zerstören durch ihre Krystallisation den Zusammenhang der Ziegelsteine und verursachen dadurch den sogenannten **Salpeterfraß** Derselbe tritt aber gewöhnlich nur bei schwach gebrannten Steinen ein. Bei starkem Feuer theilen sich die Basen Natron und Magnesia mit der Thonerde in die Kieselsäure und die Schwefelsäure entweicht. Die schwefelsauren Salze entstehen nicht blos beim Brennen der Steine mit Steinkohle durch den Schwefelgehalt derselben, sondern auch bei Holzfeuer, indem sich der schwefelsaure Kalk und die kohlensaure Magnesia des Thons in kohlensauren Kalk und schwefelsäure Magnesia umsetzen.

Darstellung. Man erzeugt den Salpeter in den Salpeterplantagen, wo man Gemenge von Dammerde, Stroh, Mist, Kalkschutt und ausgelaugter Holzasche mit einem Dache gegen Regen geschützt, öfter umgeschaufelt und mit Wasser oder Urin begossen der Verwesung überläßt. Das Kali und der Kalk zwingen den Stickstoff, der bei der Verwesung frei wird, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure zu verbinden. Nach 12 bis 20 Monaten wittert der entstandene Kalisalpeter an der Oberfläche der Haufen aus. Es wird nun, um auch den an der Luft zerfließlichen Kalksalpeter zu erhalten, die ganze Masse ausgelaugt und der salpetersaure Kalk durch Pottasche zersetzt ($CaO,NO_5 + KO,CO_2 = CaO,CO_2 + KO,NO_5$), der niederfallende kohlensaure Kalk durch Abgießen entfernt und die Lösung des salpetersauren Kali eingetrocknet [1]).

Man schmilzt den von Extractivstoff braun gefärbten Rohsalpeter, löst ihn in Wasser auf und läßt ihn wiederholt krystallisiren. Um ihn von Chlorkalium zu reinigen, wäscht man ihn mit einer gesättigten Lösung von reinem Salpeter, welche das Chlorkalium auszieht.

98.



Ein Waschkasten, dessen Vorderseite weggenommen ist. Er hat einen durchlöcherten Zwischenboden, so daß die Flüssigkeit durch die Löcher a in die Rinne d ablaufen kann, wenn man die Zapfen c zieht, nachdem sie 2 — 3 Stunden über dem Salpeter stand.

1) Obgleich der salpetersaure Kalk zuletzt in salpetersaures Kali umgewandelt werden

Aus salpetersaurem Natron erhält man Kalisalpeter durch Zersetzung mittelst Kalilauge: $NaO,NO_5 + KO = KO,NO_5 + NaO$. Man läßt das salpetersaure Kali auskrystallisiren und benützt das Aetznatron zu Seife.

Wichtigkeit. Man benützt den Salpeter vorzüglich wegen seiner Eigenschaft, die Verbrennung zu befördern, nämlich zu Schießpulver, Zündhölzern und Feuerwerksätzen, bei der Glasfabrikation, als Oxydationsmittel zur englischen Schwefelsäure und ferner zur Darstellung der Salpetersäure und als Arzneimittel. Beim Einsalzen des Fleisches wird nebst dem Kochsalz auch etwas Salpeter zugesetzt. Er schützt zwar weit weniger vor Fäulniß als Kochsalz und hat einen unangenehmen Geschmack, erhöht aber die rothe Farbe des Fleisches, welche ohne Salpeter gänzlich verblaßt.

Das Schießpulver ist ein inniges Gemenge von nahezu 6 Theilen Salpeter, 1 Th. Schwefel und 1 Th. Kohle oder 1 Atom Salpeter, 1 At. Schwefel und 3 At. K. Der Salpeter muß rein sein von hygroscopischen Salzen, der Schwefel von Schwefelsäure. Man kann daher keine Schwefelblüten, sondern nur Stangenschwefel anwenden, welcher mit der Kohle pulverisirt wird. Die Kohle muß schwammig sein, um die Entzündung zu erleichtern. Man verkohlt daher ein weiches Holz (wie von Faulbaum, Pappel, Erle, Linde u. s. w.), in verschlossenen eisernen Cylindern oder durch überhitzten Wasserdampf. Letztere heißt wegen ihrer bräunlichschwarzen Farbe **Rothkohle.** Die Kohle wird zuerst mittelst Kugeln von Bronze gepulvert, dann der Schwefel mit dieser. Der Salpeter wird schon als Mehl nebst Zinnkugeln zugesetzt. Nachdem sie innig gemengt, wird das Gemenge mit Wasser zum Brei angestampft, durch Siebe gekörnt, durch Rollen in Fässern geglättet und getrocknet. Schießpulver.

Bei der Entzündung des Schießpulvers wird plötzlich eine Masse Gas entwickelt, welche bei der stattfindenden Hitze den 2 bis 3tausendfachen Raum des Pulvers einnimmt. Dadurch wird jedes vorfindliche Hinderniß, wie ein Pfropf oder eine Kugel in einem Flintenlauf mit Gewalt fortgeschleudert. Der heftige Stoß auf die umgebende Luft verursacht den Knall. Der Schwefel bewirkt die Entzündung des Pulvers und verbrennt durch den Sauerstoff der Salpetersäure zu Schwefelsäure, welche sich mit dem größten Theil des Kali zu schwefelsaurem Kali verbindet. Der übrige Sauerstoff der Salpetersäure verbrennt den Kohlenstoff zu Kohlensäure, wovon ein kleiner Theil mit dem übrigen Kali kohlensaures Kali bildet, der größere Theil aber als Gas mit dem Stickstoffgas entweicht. Der Rückstand besteht aber nicht blos aus schwefelsaurem und kohlensaurem Kali, sondern auch etwas unterschwefligsaurem Kali und Schwefelkalium; dieses bewirkt durch Anziehung von Wasser das Rosten der Gewehrläufe und durch Zersetzung desselben den schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff.

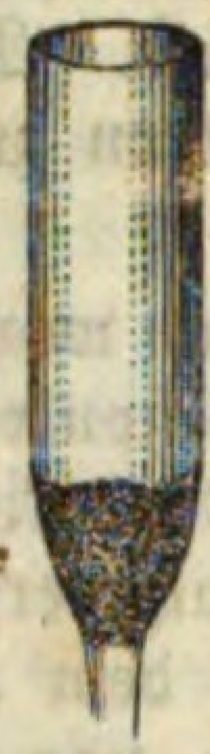
Da das Pulver, ohne daß es mit Sand, Eisen oder Messing in Reibung kommt, oft ohne wahrnehmbare Veranlassung explodirt, soll man es mit Graphit- oder Kohlenstaub mengen, wenn man größere Massen aufbewahren muß. Es brennt dann beim Entzünden mit schwachem Zischen ruhig ab. Den Zusatz kann man leicht wieder absieben.

---

muß, hat dennoch der Kalk als prädisponirende Substanz bei der Salpetererzeugung den Vorzug, weil das zerfließliche kohlensaure Kali durch das Begießen zu leicht ausgelaugt würde.

99. 100.





Analyse des Schießpulvers. Man wäscht aus einer gewogenen Menge Pulver auf einem Filter (Fig. 99) den Salpeter durch Wasser aus und wiegt, löst dann durch Kochen mit schwefligsaurem Natron den Schwefel, wodurch unterschwefligsaures Natron entsteht, und wiegt wieder.

Oder besser: Man verstopft die Spitze einer kleinen ausgezogenen Glasröhre (Fig. 100) locker mit Baumwolle und verfährt wie angegeben, so kann man das ganze Röhrchen auf die Wage bringen.

Das chlorsaure Kali, KO, ClO_5 bildet farblose perlmutterglänzende Schuppen, schmeckt dem Salpeter ähnlich, löst sich in 16 Th. Wasser und auch in Weingeist auf, entwickelt noch vor dem Glühen Sauerstoff, und Chlorkalium bleibt zurück. Mit brennbaren Körpern wie Schwefel, Phosphor verpufft es beim Erhitzen, Drücken, Reiben oder durch rauchende Schwefelsäure mit heftigem Knall und Feuererscheinung. Das Gemenge mit Schwefel brennt bisweilen beim Aufbewahren ohne bemerkbare äußere Ursache ab.

Es kommt natürlich nicht vor, sondern ist stets Kunstproduct.

Darstellung. Man leitet so lange Chlorgas in Kalilösung, bis sie Lackmus bleicht. Es entsteht unterchlorigsaures Kali und Chlorkalium. $2KO + 2Cl = KO, ClO + KCl$. Die bleichende Flüssigkeit wird auch als **Javellische Lauge** zur Vertilgung von Obstflecken benützt. Das unterchlorigsaure Kali zerfällt beim Abdampfen in chlorsaures Kali und Chlorkalium, denn $3 KO, ClO = KO,Cl_5 + 2 KCl$. Beim Abdampfen krystallisirt zuerst das chlorsaure Kali [1]).

Wenn nun 2 At. Chlor zu 1 At. unterchlorigsaurem Kali und 3 At. unterchlorigsaures Kali zu 1 At. chlorsaurem Kali erforderlich sind, so sind demnach im Ganzen 6 At. Chlor zu 1 At. chlorsaurem Kali erforderlich.

Im Großen erhält man es billiger durch Einleiten von Chlorgas in eine Auflösung von Chlorkalium in Kalkmilch, wodurch Chlorcalcium entsteht, welches gelöst bleibt und chlorsaures Kali, welches sich in Krystallen abscheidet.

Wichtigkeit. Es dient zu Feuerwerksätzen mit Schwefelantimon für phosphorfreie Zündhölzer und für Zündhütchen, weil mit Knallquecksilber gefüllte sich oft durch blose Berührung zersetzen und dadurch die Explosion einer ganzen Masse bewirken, besonders aber für Zündnadelgewehre, weil da Zündhütchen, Kugel und Pulver beisammen sind. Es darf nicht mit Schwefel und Kohle, sondern nur für sich, mit Weingeist befeuchtet, gepulvert werden und wird dann auf weicher Unterlage (Holz, Papier) mit der Hand oder einer Feder jenen beigemengt.

Wegen der Gefährlichkeit des chlorsauren Kali hat man angefangen, das überchlorsaure Kali, KO, ClO_7 dafür anzuwenden. Es bewirkt eine weit glänzendere Verbrennung, da es mehr Sauerstoff enthält, während es ohne Gefahr mit brennbaren Körpern abgerieben werden kann und erst durch anhaltende heftige Stöße verpufft. Man erhält es durch Schmelzen des chlorsauren Kali.

Das schwefelsaure Kali KO, SO_3 krystallisirt in 4- oder 6seitigen Säulen mit 6flächiger Zuspitzung, ist ziemlich hart, schmeckt bitter salzig, ist in 12 Theilen kaltem und 4 kochendem Wasser löslich.

---

1) War die Kalilösung concentrirt und wurde die Erwärmung bei der Chlorabsorption nicht verhütet, so entsteht sogleich chlorsaures statt unterchlorigsauren Kalis.

Vorkommen. Es findet sich im Steinsalz, in Salzsoolen, im Alaunstein und in vielen Pflanzen und Thieren.

Darstellung. Man erhält es als Nebenproduct auf Salinen, bei der Pottaschenbereitung und bei Bereitung der rauchenden Salpetersäure.

Wichtigkeit. Es dient als Arzneimittel, in der Alaun- und Glasfabrikation.

Kieselsaures Kali. Die Kieselsäure bildet mehrere Verbindungen mit Kali. Je mehr sie Kali enthalten, desto leichter, und je mehr Kieselsäure, desto schwerer sind sie löslich. Die mit mehr Kali sind theils Kunstproducte wie die Kieselfeuchtigkeit und das Wasserglas, theils Bestandtheile von Mineralien, wie Glimmer und Feldspath. Die mit mehr Kieselsäure sind Bestandtheile des gewöhnlichen Glases.

Kieselfeuchtigkeit, $3\,KO,\ SiO_3$. Ein farbloses Glas, welches an der Luft zerfließt, allmälig Kohlensäure anzieht und dadurch, so wie durch jede andere Säure Kieselsäure ausscheidet. Man erhält sie durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Quarz mit 3 Th. kohlensaurem Kali oder durch Auflösen von Kieselsäure in Kalilösung. Man braucht sie blos in der Chemie zu Reactionen und Scheidungen, z. B. als Reagens auf arabisches Gummi und zur Scheidung der Thonerde von Phosphorsäure.

Fuchs'sches Wasserglas, $3\,KO,\ 4\,SiO_3$. Ein durch beigemengte Kohle schwarzgrau gefärbtes, blasiges Glas. Es ist luftbeständig und löst sich erst durch anhaltendes Kochen in Wasser, in **kaltem** aber fast gar nicht auf. Man erhält es durch Zusammenschmelzen von 3 Th. Quarz, 2 Th. Pottasche und $^1/_5$ Kohle. Die Kohle bildet mit der Kohlensäure des kohlensauren Kali Kohlenoxydgas und erleichtert so die Zersetzung des kohlensauren Kali durch die Kieselsäure. Oder man kocht Quarz mit Aetzlauge unter erhöhtem Druck. Wasserglas.

Die Hauptbenützungen des Wasserglases sind:

1. Als Anstrich für Theaterdecorationen, damit sie nicht so leicht Feuer fangen. Sie können zwar verbrennen, aber nur langsam und ohne Flamme.

2. Als Anstrich für Holzwerk, Steine, Wände und Wandgemälde (**Stereochromie**), um sie dauerhafter zu machen gegen äußere Einflüsse, wie Feuchtigkeit, Temperaturwechsel, Rauch und Säuredämpfe.

Außerdem dient es zum Anstrich für Eisen gegen Rost, als Kitt für Glas und Porzellan, zu Glasuren, zu hydraulischem Kalk und künstlichen Steinen, zum Kattun- und Tapetendruck, mit Kienrus als unzerstörbare Tinte und statt Seife zum Waschen.

Auf Zeuge, Papier, Mörtel, Steine und Gemälde wird die Auflösung für sich, auf Holz mit Thon und Kreide aufgetragen, weil beide im Feuer ein schmelzbares Gemenge bilden. Man trägt das Wasserglas durch Anstreichen oder Aufspritzen abwechselnd mit dem Anstriche: der Kreide oder Farbe (letztere mit Milch als Bindemittel) auf, weil sie beim Anmachen mit Wasserglas zu leicht gerinnen und dann nicht fest haften.

Weiche Massen, wie Kreide, Gyps und weiche Kalksteine werden aber, durch Wasserglas verkieselt, nicht blos gegen Verwitterung geschützt, sondern auch beträchtlich gehärtet. Diese Haltbarkeit bewirkt das Wasserglas nicht allein bei Kalk, sondern auch bei Sandstein.

Mit Kreide, Mörtel, Gyps, Kalkstein und Metalloxyden erfolgt die Verkieselung durch Entstehung von Kalk- oder Metalloxydsilicat, bei indifferenten Körpern wie Sandstein und manche Farben, durch die Kohlensäure der Luft, die mit dem Kali kohlensaures Kali bildet, welches zerfließt und Kieselsäure als zusammenhängende Masse ausscheidet, welche allmälig so hart wird, daß sie Glas ritzt und dadurch die Theile der porösen Masse inniger verbindet.

Künstliche Steine erhält man, wenn man Sand mit Wasserglaslösung befeuchtet und in Formen schlägt. Fehlende Theile an Kunstsachen werden aus einem Gemenge des gepulverten Stoffes mit Wasserglas ergänzt. Ein Gemenge von 1 Th. trocknem Wasserglas und 10 Th. gebranntem Kalk giebt hydraulischen Kalk.

Roher Gyps, z. B. Alabaster verhält sich zum Wasserglas wie kohlensaurer Kalk, gebrannter Gyps wirkt jedoch auf Wasserglaslösung von gewöhnlicher Stärke zu schnell, er bläht sich beim Anmachen damit auf und die Anstriche blättern sich ab durch die Krystallisation des schwefelsauren Kali; man muß ihn daher langsam, d. h. mit sehr verdünnter Lösung tränken.

Man bereitet auch Natron-Wasserglas, weil es billiger ist, oder mit halb Kali, halb Natron (15 Kieselsäure, 5 Pottasche und 4 trockne Soda), weil es leichter schmilzt, weniger rissig wird und sich nicht so leicht abblättert, allein auf kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk, so wie durch die Zersetzung durch die Kohlensäure der Luft entsteht kohlensaures und schwefelsaures Natron, durch deren Krystallisation eine Salzausblühung entsteht, oder der Anstrich selbst sich hebt und abfällt.

Die Wasserglasanstriche haben vor Oelanstrich den Vorzug, daß sie nicht riechen, nicht nachdunkeln, billiger und dauerhafter sind gegen Witterung und Feuer.

Unverbrennlichmachen der Gewebe.

Gegen das Feuerfangen der Kleiderstoffe ist das Wasserglas nicht anwendbar, es macht sie hart und brüchig. Alaun wurde zwar schon in früherer Zeit zu diesem Zwecke empfohlen, ist aber dem Ansehen, Anfühlen und selbst der Dauer der Stoffe schädlich. Borax verhindert gleichfalls das Feuerfangen, giebt aber der feinsten Waare ein grobes Ansehen. Schwefelsaures Ammoniak macht selbst Musselin unentflammbar und schadet weder der Haltbarkeit, noch der Farbe, verträgt aber das Bügeleisen nicht. Das neutrale **wolframsaure Natron** entspricht allen Anforderungen: es giebt volle Sicherheit gegen auffallende Funken und Anstreifen an die helle Flamme, fühlt sich glatt an und leidet nicht vom Bügeleisen. Eine Lösung von 19° B. wird mit 3 Gew. % phosphorsaurem Natron versetzt, welches die Ausscheidung von schwerlöslichem saurem wolframsaurem Natron verhindert und die Zeuge oder Kleider werden damit getränkt. Auch Kreide (im $1\frac{1}{2}$fachen Gewicht der Stärke) wurde empfohlen; sie soll der Farbe und dem Ansehen des Stoffes nicht schaden.

Die natürlichen Kalisilicate enthalten gewöhnlich 1 bis 2 Atome Kieselsäure auf 1 Atom Kali.

Das gewöhnliche Glas, wovon **kieselsaures Kali mit überschüssiger Kieselsäure** einen Bestandtheil bildet, scheint keine bestimmte Verbindung zu sein, sondern blos eine fest gewordene Auflösung der Kieselsäure in kieselsaurem Kali. Auf 1 Atom Kali kommen 5 bis 6 Atome Kieselsäure.

Chlorkalium, KCl. Ein dem Kochsalz ähnliches Salz, krystallisirt wie dieses in Würfeln und schmeckt ebenso, löst sich in 3 Th. kaltem und weniger als 1 Th. heißem Wasser, auch in Weingeist und verknistert beim Erhitzen. Bei der Auflösung in Wasser erzeugt es aber mehr Kälte (9° R.) als das Kochsalz (1,5).

Vorkommen. Es findet sich natürlich im Steinsalz, in den Salzsoolen, im Meerwasser, in vielen Pflanzen und Thieren.

Darstellung. Man erhält es als Nebenproduct aus der Mutterlauge der Salinen, Salpeter- und Seifensiedereien und als Hauptbestandtheil der Glasgalle.

Wichtigkeit. Es dient besonders zur Alaunbereitung und zu Frostmischungen, um Gefrornes zu bereiten.

Das **Jodkalium**, KI ist dem Chlorkalium sehr ähnlich, löst sich aber schon in $\frac{3}{4}$ Th. Wasser, zerfließt an der Luft und findet sich in Seepflanzen. Durch Auflösen von Jod in Kali entsteht Jodkalium und jodsaures Kali, wovon letzteres durch Glühen gleichfalls Jodkalium wird. Es dient in der Medicin und Photographie und als Reagens auf Quecksilber.

Natrium.

Das Natrium, Na ist ein dem Kalium ähnliches Metall, unterscheidet sich aber besonders dadurch, daß es sich nur in warmem Wasser oder nur mit sehr wenig Wasser zusammengebracht entzündet und mit **gelber Flamme** verbrennt. Auch an der Luft oxydirt es sich langsamer. Die Fabrikation des Natrium hat sich seit der Fabrikation des Aluminium so ausgebildet, daß es jetzt weit billiger kommt als Kalium und wird daher jetzt gewöhnlich statt dessen als Reductionsmittel verwendet. Sein Oxyd heißt Natron.

Vorkommen. Es findet sich meistens an Chlor gebunden im Steinsalz und als Oxyd an verschiedene Säuren gebunden, im Mineralreich, in Quell- und Meerwasser, so wie in Strandgewächsen.

Das **Natron** NaO, früher **Mineralalkali** genannt (v. S. 80) wird wie das Kali, nur als Hydrat, NaO, HO aus seinen Salzen ausgeschieden und das Aetznatron stimmt auch in den meisten übrigen Eigenschaften, wie

auch in der Darstellung [1]) und Wichtigkeit mit diesem ganz überein, doch zerfließt es, obschon es anfangs Feuchtigkeit anzieht, nicht an der Luft, sondern es bläht sich dabei auf unter Anziehung von Kohlensäure und zerfällt dann zu Pulver.

Verbindungen. Die Natron- und Natriumsalze enthalten häufig viel Krystallwasser und verwittern dann an der Luft.

Ausmitttlung. Man erkennt das Natron und seine Salze daran, daß sie die Weingeist- und Löthrohrflamme pomeranzengelb färben, bei Anwendung der übrigen Reagentien für Kali aber (wie Weinsteinsäure u. s. w.) unverändert bleiben, dagegen mit neutralem antimonsaurem Kali (in nicht zu verdünnten neutralen oder schwach alkalischen Auflösungen) einen flockigen Niederschlag geben, der bald krystallinisch wird.

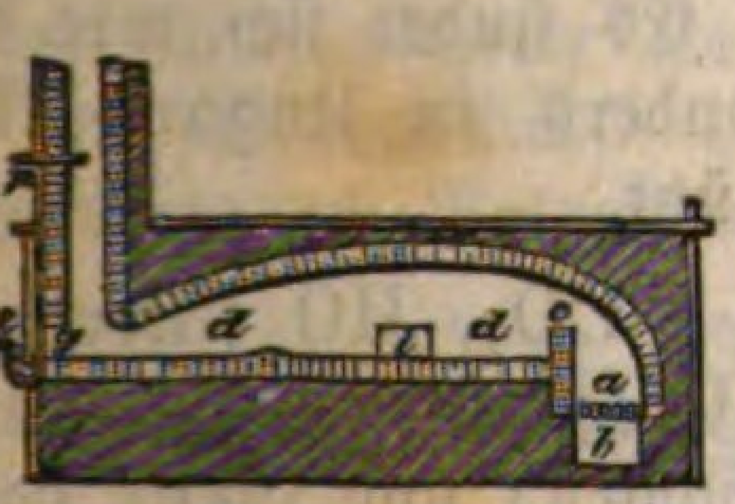
Kohlensaures Natron. Die Kohlensäure geht mit Natron 3 Verbindungen ein: einfach-, anderthalb- und doppeltkohlensaures Natron, das wichtigste ist

das einfachkohlensaure Natron oder die Soda, $NaO, CO_2, 10HO$. Es krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen, schmeckt scharf laugenartig und reagirt alkalisch wie das kohlensaure Kali, braucht aber 2 Theile kaltes und 1 Th. heißes Wasser zur Auflösung [2]) und zerfließt nicht, sondern verwittert vielmehr an der Luft. Es ist leichter schmelzbar als kohlensaures Kali, demohngeachtet schmilzt ein Gemenge aus Soda und Pottasche noch leichter als Soda für sich.

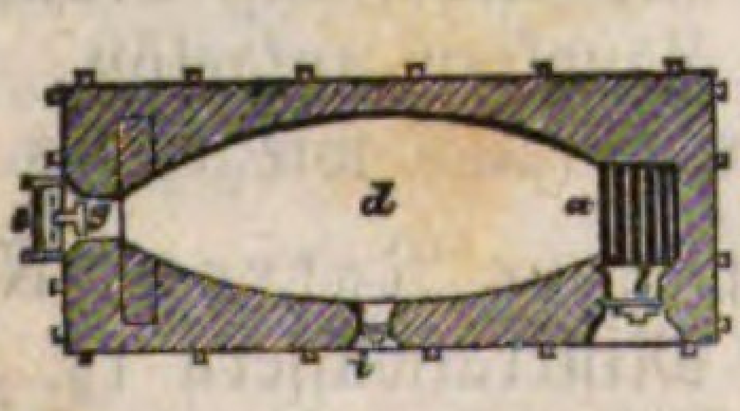
Vorkommen. Es findet sich in vielen Quellen verschiedener Länder, z. B. in Ungarn, in den ägyptischen Natronseen und als wollenähnliche Auswitterung an Mauern und aus dem Boden.

Darstellung. Man erhält es durch Auslaugen der Asche von Strand- und Seegewächsen (erstere sind besonders mehrere Arten von Chenopodium, Atriplex, Salicornia, Salsola, letztere mehrere Fucus- oder Seetangarten, wie Reaumuria, Nitraria, Tetragonia, Mesembrianthemum) ebenso wie die Pottasche aus der Holzasche. Diese Asche heißt Rohsoda und enthält die den Kalisalzen der Holzasche entsprechenden Natronsalze, nämlich: hauptsächlich kohlensaures, dann schwefel- und unterschwefligsaures Natron und Chlornatrium, aber auch Schwefel-, Jod- und Bromnatrium nebst mehreren Kali- und Kalksalzen, Kieselsäure und Kohlentheile. Oder man gewinnt es aus dem Kochsalz, welches man durch Schwefelsäure in schwefelsaures Natron verwandelt, wobei man Salzsäure als Nebenproduct erhält, die man häufig sogleich zu Chlorkalk verwendet. Das schwefelsaure Natron schmilzt man mit Kohle und gepulvertem Kalkstein (kohlensaurer Kalk) in einem Flammofen zusammen.

101.



102.



a ist der Rost des Flammofens, b der Aschenfall. Die Flamme zieht sich von a über die Brücke c und über die Heerdplatte d, auf welche das Gemenge geschüttet wird, in den Schornstein p. i ist eine Thüre zum Einschütten des Gemenges, g eine Oeffnung zum Umrühren und Herausnehmen derselben, mit einer Rolle e zum Auflegen der Rührhacken.

---

1) Doch braucht man nur $^1/_2$ so viel Wasser zu nehmen als beim Kali, weil das Natron die Kohlensäure leichter abgiebt.

2) Das wasserfreie 6 kaltes und 2 kochendes Wasser.

Der Kohlenstoff desoxydirt das schwefelsaure Natron zu Schwefelnatrium, indem er selbst als Kohlenoxydgas entweicht. Der kohlensaure Kalk vertauscht hierauf seine Bestandtheile mit denen des Schwefelnatrium zu kohlensaurem Natron und Schwefelcalinm. Wendet man aber den kohlensauren Kalk nicht in Ueberschuß an, d. h. nur 1 Atom, so entsteht Mehrfachschwefelcalcium, welches sich beim Auslaugen der Masse nebst dem kohlensauren Natron auflöst und dieses wieder in Schwefelnatrium verwandelt. Einfachschwefelcalcium CaS dagegen ist unlöslich und bleibt beim Auslaugen des kohlensauren Natron zurück:

$$2NaO, SO_3 + 9C + 3\ CaO, CO_2 = 2\ NaS + 8\ CO + C + 3\ CaO, CO_2,$$
$$2NaS + C + 3CaO, CO_2 = 2\ NaO, CO_2 + 2\ CO + 2\ CaS + CaO.$$

Die erhaltene Rohsoda, ein Gemenge von kohlensaurem Natron, Aetznatron und Calciumoxysulfuret dienen entweder als solche zur Glasfabrikation, oder man reinigt sie, indem man sie an einem feuchten Orte zerfallen läßt, wobei das Natron Kohlensäure anzieht, laugt aus und dampft ab zur Krystallisation oder zur Trockne und calcinirt. Durch Calciniren mit Kohle oder Sägespähnen wird nicht blos das Aetznatron, sondern auch vorhandenes Schwefelnatrium in kohlensaures Natron verwandelt.

Es sind im Laufe der Zeit sehr viele andere Bereitungsmethoden der Soda empfohlen worden, wovon aber noch keine allgemeinen Eingang gefunden hat. Die vortheilhafteste scheint folgende zu sein:

Man glübt Chlornatrium mit geröstetem, schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenvitriol in einem Luftstrom, wodurch zuerst Eisenchlorid entsteht, dann aber Chlor entweicht und Eisenoxyd nebst schwefelsaurem Natron zurückbleibt. Das Chlor dient zur Bereitung von Chlorkalk. Der Rückstand wird mit Kohle geschmolzen und mit Wasser ausgelaugt, wobei Schwefeleisen zurückbleibt und Aetznatron gelöst wird, welches durch Einleiten der Ofengase in kohlensaures Natron übergebt. Das feuchte Schwefeleisen geht an der Luft wieder in Vitriol über und wird nun von Neuem verwendet. Will man statt Chlor Salzsäure, so leitet man ersteres nebst schwefliger Säure und Wasserdampf über Cooks, wodurch Schwefelsäure und Salzsäure entstehen, welche man durch Destillation trennt.

Wichtigkeit. Die Soda findet dieselbe, (nur wegen ihrer größeren Billigkeit noch häufigere) Anwendung wie kohlensaures Kali, besonders zur Seifen- und Glasfabrikation. (S. kohlens. Kali S. 83).

Prüfung der Soda.

Man prüft die Soda auf ihren Gehalt an reinem kohlensaurem Natron wie die Pottasche entweder nach Descroizilles oder nach Fresenius und Will, nur werden nach ersterem nicht 77, sondern 92 Th. Schwefelsäure und nach letzteren nicht 3,145, sondern 2,421 Grammen Soda abgewogen (100 kohlensaures Natron = 58,5 reines Natron).

Soll die Schwefelsäure nicht kohlensaures Natron, sondern Natron anzeigen, so nimmt man statt 92 Theilen 182,5 Theile conc. Schwefelsäure (100 Natron = 171 kohlensaures Natron).

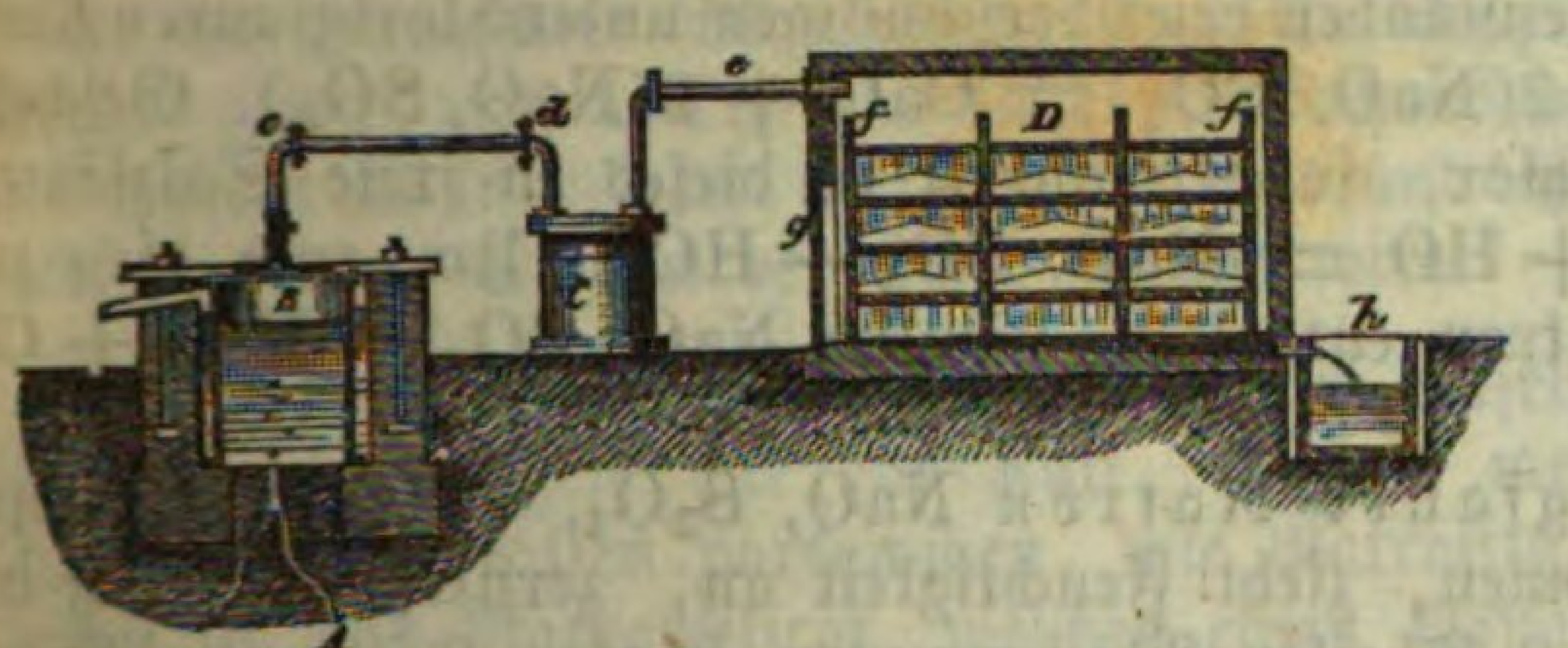
Gehalt der Soda.

Von der Soda aus Strand- und Seegewächsen oder der **natürlichen Soda** ist die beste Sorte die spanische oder **Barille**; sie enthält 25—30% kohlensaures Natron. Geringer ist die, welche man in Südfrankreich aus **Salicornia** und **Salsola** erhält; erstere heißt Salicor und enthält 14—15%, letztere Blanquette und hat 3—8%. Die Asche, welche man in Nordfrankreich aus Seetang unter dem Namen **Varec** und in Schottland und Irland unter dem Namen **Kelp** gewinnt, enthält kein oder nur 1—2% kohlensaures Natron, aber viel Kochsalz und andere Natronsalze. Sie wird daher zur Glas- und Seifenbereitung oder statt Kochsalz, und die Mutterlauge auf Jod und Brom benützt. Die **künstliche** calcinirte Soda, wie sie gewöhnlich vorkommt, zeigt einen Gehalt von 80—90% kohlensaurem Natron nach Descroizilles; jedoch ist nicht alles Natron wirklich als kohlensaures vorhanden, sondern eine beträchtliche Menge als freies Natron. Eine sehr reine Soda, wie sie aber nicht leicht vorkommt, könnte daher einen Gehalt von über 100% zeigen.

Das anderthalbkohlensaure Natron, auch Trona und Urao genannt, $2\ NaO, 3\ CO_2, 4\ HO$ unterscheidet sich von einfachkohlensaurem Natron vorzüglich dadurch, daß es nicht verwittert und mehr Wasser (4 Theile kaltes und 2 Th. kochendes) zur Auflösung braucht. Es findet sich wie das einfachkohlensaure in einigen Landseen aufgelöst, besonders in Ungarn, Aegypten und Columbien und wird auch wie dieses benützt.

Das doppeltkohlensaure Natron, $NaO, 2\ CO_2, HO$ findet sich natürlich in den alkalischen Mineralwässern (z. B. Ems und Fachingen in Nassau, Adelheitsquelle bei München, Teplitz in Böhmen) und dient daher auch zur künstlichen Darstellung solcher Wässer oder des sogenannten **Sodawassers.** Sonst kommt es ganz mit dem doppeltkohlensauren Kali überein.

103.



Um doppelt kohlensaures Natron darzustellen mittelst der Kohlensäure, welche mit Mineralwasser oder gasförmig aus der Erde strömt, faßt man die Mineralquelle A, umgiebt sie mit Mauerwerk und befestigt in diesem eine Glocke B. Das Wasser fließt durch ein oberes Abflußrohr von außen ab, das Gas sammelt sich in der Glocke, geht durch das Rohr c d in den Gasometer C und dann durch e in eine Reihe gemauerter Kammern, wie D eine darstellt. In D ist einfachkohlensaures Natron noch feucht auf mit Leinwand überspannten Rahmen f ausgebreitet. Die abtröpfelnde Flüssigkeit wird durch blecherne Dächer von den unteren Rahmen abgehalten und in ein mit Blei ausgekleidetes Holzgefäß geleitet. Das einfachkohlensaure Natron ist zwar leichter löslich als das 2fachkohlensaure, allein ersteres enthält 10 Atome Krystallwasser, letzteres aber nur 1. Das entstehende 2fachkohlensaure Natron löst sich daher sogleich in den frei gewordenen 9 Atomen Wasser auf.

Salpetersaures Natron oder Chilisalpeter, NaO, NO_5 krystallisirt in stumpfen Rhomboedern ohne Krystallwasser. Es ist in reinem Zustand luftbeständig, aber, wenn es, wie gewöhnlich mit salpetersaurem Kalk- und Bittererde, Chlorcalcium und Chlormagnesium verunreinigt ist, so zerfließen diese, das Salz wird feucht und zerfließt endlich ganz, wenn die Luft sehr feucht ist. Sonst gleicht es dem Kalisalpeter, nur löst es sich leichter, nämlich in 1 Theil kaltem Wasser und zwar mit starker Kälteentwicklung.

Vorkommen. Es findet sich in 2 bis 3′ mächtigen Lagern unter einer Schichte von Thon in Peru und Chili auf mehr als 40 Meilen Ausdehnung.

Wichtigkeit. Mit reinem Natronsalpeter bereitetes Schießpulver wird zwar nicht feucht an der Luft, aber es brennt zu langsam ab. Da er aber billiger als Kalisalpeter ist, so dient er besonders zur Fabrication der Schwefelsäure, Salpetersäure und des salpetersauren Kali.

Schwefelsaures Natron oder Glaubersalz, $NaO, SO_3, 10\,HO$. Es krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen von bitterlich salzigem, kühlendem Geschack, verwittert leicht an der Luft, löst sich in 2 Theilen kaltem und $^1/_3$ warmem Wasser auf, schmilzt anfangs in seinem Krystallwasser (wässeriger Fluß), wird dann wieder fest und kommt erst bei Rothglühhitze wieder in Fluß (feuriger Fluß).

Vorkommen. Es findet sich im Steinsalz und Gyps und aufgelöst besonders in den Glaubersalzwässern (Karlsbad und Marienbad in Böhmen, Bath und Bristol in England), in Salzsoolen, im Meerwasser und in den Strandgewächsen.

Darstellung. Die größte Menge wird bei der Sodafabrikation erzeugt (S. 89). Man erhält es ferner durch Auslaugen des Pfannensteins, wobei schwefelsaurer Kalk zurückbleibt und aus der Mutterlauge der Salinen in der Winterkälte, wo sich Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia zu schwefelsaurem Natron und Chlormagnesium zersetzen.

Wichtigkeit. Man braucht es zur Soda-, Glas- und Ultramarinfabrication und in der Medicin.

Das schwefligsaure Natron, $NaO, SO_2, 10HO$ ist ein leicht lösliches Salz (in 4 Th. kaltem und weniger als 1 Th. kochendem Wasser), welches nach schwefliger Säure schmeckt und wird nur künstlich erhalten durch Zersetzung der Soda mittelst schwefliger Säure, oder durch schwaches Glühen von Einfachschwe-

felnatrium an der Luft. Es dient unter dem Namen **Antichlor**, um aus den mit Chlorkalk gebleichten Gegenständen den überschüssigen unterchlorigsauren Kalk zu entfernen: $CaO, ClO + 2(NaO, SO_2) = CaCl + 2(NaO, SO_3)$. Geschah die Bleichung mit freiem Chlor, so verwandelt es dieses in freie Salzsäure, nämlich: $NaO, SO_2 + Cl + HO = NaO, SO_3 + HCl$. Um auch diese zu entfernen, muß es freies Natron enthalten, nämlich $NaO, SO_2 + NaO + Cl = NaO, SO_3 + NaCl$.

Das unterschwefligsaure Natron $NaO, S_2O_2, 5 HO$ krystallisirt in großen rhombischen Prismen, zieht Feuchtigkeit an, zerfließt allmälig in feuchter Luft, löst sich in 2 Theilen Wasser unter starker Kälteentwicklung (13° R.) und entwickelt wie das schwefligsaure Natron, mit stärkeren Säuren schweflige Säure giebt aber zugleich einen citrongelben Niederschlag von Schwefel. Die Metalle (außer Cadmium und Wismuth) fällt es aus auflöslichen Salzen als Schwefelmetalle. Man erhält es durch Kochen einer Auflösung von schwefligsaurem Natron mit Schwefel. Es löst Silberoxyd und die schwerlöslichen Silbersalze sehr leicht auf. Man braucht es daher zu Lichtbildern und zur Vertilgung der Höllensteinflecken. Auch als **Antichlor** wird es benützt und zwar noch vortheilhafter als schwefligsaures Natron, denn $CaO, ClO + NaO, S_2O_2 = CaCl + NaO, SO_3 + SO_3$. Das zweite Atom Schwefelsäure verbindet sich mit dem freien Kalk des Chlorkalks. Bei freiem Chlor ist $NaO, S_2O_2 + 3 NaO + 2 Cl = 2 NaO, SO_3 + 2 NaCl$.

Das doppelt borsaure Natron, oder der Borax, $NaO, 2 BO_3, 10 HO$ krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen von süßlich laugenhaftem Geschmack, reagirt schwach alkalisch, löst sich in 15 Th. kaltem und $^1/_2$ Th. kochendem Wasser, verwittert an der Luft oberflächlich und schmilzt beim Erhitzen unter starkem Aufblähen allmälig zu einem farblosen Glas (Boraxglas), welches zugesetzte Metalloxyde mit verschiedenen Farben auflöst.

Vorkommen. Es krystallisirt beim Eintrocknen tibetanischer Landseen aus.

Darstellung. Der rohe Borax oder **Tinkal** wird von seinem seifenartigen Ueberzuge durch Kalkwasser befreit oder man sättigt Soda mit Borsäure.

Wichtigkeit. Der Borax dient als Arzneimittel und wegen seiner Leichtschmelzbarkeit nicht blos als Flußmittel beim Löthen, zum Schmelzen von Gold, Silber und andern schwer schmelzbaren Metallen, sondern auch zur Darstellung feiner Gläser, bei chemischen Löthrohrversuchen zum Auflösen der Metalloxyde, um aus der Farbe des Glases die Art des Metalles zu erkennen; zu Email für feine Goldarbeiten, Uhrzifferblätter und gußeiserne Kochgefäße dient er nicht blos wegen seiner Leichtflüssigkeit, sondern auch wegen der Zähigkeit der damit erzeugten Gläser, so daß sie als Ueberzug von Metall die Ausdehnung des letzteren ohne Zerreißung ertragen. Obgleich das Bleioxyd letztere Eigenschaft mit ihm theilt, so hat doch der Borax vor diesem den Vorzug wegen seiner Unschädlichkeit für die Gesundheit. Auf nassem Wege ist er wichtig als ein Salz mit einer Säure, die sich eben so leicht von andern Säuren austreiben läßt, als die Kohlensäure, ohne unauflöslich zu sein wie die Kreide, ohne im Ueberschusse nachtheilig zu wirken, (z. B. auf organische Stoffe) wie die kohlensauren Alkalien, ohne bei höherer Temperatur zersetzt zu werden, wie die doppeltkohlensauren Salze, und ohne Gasentwickelung. Er dient daher bisweilen statt kohlensauren Alkalis zum Waschen für Zeuge mit empfindlichen Farben, als Zusatz beim Färben der Borsten, um sie zu erweichen, ohne daß sie angegriffen werden, zur

Neutralisation von Säuren in der Färberei, zum Auflösen organischer Stoffe, z. B. der Harnsäure-Blasensteine, des Catechu, und des Schellacks. 1 Th. Borax giebt mit 5 Th. Schellack in kochendem Wasser einen Firniß, der von kaltem Wasser nicht aufgelöst wird, und um den Weingeist zu sparen, bisweilen zum Steifen der Hüte benützt wird.

Kieselsaures Natron. Mit der Kieselsäure bildet das Natron dieselben Verbindungen wie das Kali, wovon mehrere als Bestandtheile verschiedener Mineralien vorkommen, wie Natrolith, Albit, Zeolith. Am wichtigsten ist das Natronsilicat, welches einen Bestandtheil des Glases bildet.

Das Glas.

Das Glas besteht aus kieselsaurem Kalk mit einem kieselsauren Alkali, d. h. kieselsaurem Kali oder Natron, oder beiden. Nur durch die Verbindung eines erdigen Silicats mit einem alkalischen erhält das Glas seine wesentlichsten Eigenschaften, nämlich Leichtschmelzbarkeit mit Unangreifbarkeit von Säuren und Alkalien und Haltbarkeit an der Luft.

Das älteste Glas, welches in Aegypten, dann in Griechenland und Italien dargestellt wurde, war Natron-Kalkglas, weil an den Seeküsten vorzugsweise Soda zu Gebote stand. In Böhmen, wo sich später die Glasfabrikation entwickelte, wurde Kaliglas dargestelt, weil nur Pottasche zur Verfügung stand. In Frankreich wurde wegen Mangel an Pottasche das Kaliglas wieder durch Natronglas verdrängt. Daher ist jetzt noch böhmisches Glas gleichbedeutend mit Kaliglas und französisches Glas gleichbedeutend mit Natronglas.

In England wendet man wegen Holzmangel die Steinkohle zum Glasschmelzen an. Da aber der starke Rauch der Steinkohle das Glas färbt, so muß man in bedeckten Häfen schmelzen. Das gewöhnliche Glas erlangt aber nur in offenen Häfen die erforderliche Dünnflüssigkeit, nämlich unter Einwirkung der Hitze, welche das Ofengewölbe ausstrahlt. Man setzte daher dem Glase Bleioxyd zu, weil es seine Schmelzbarkeit erhöht. Das Bleiglas wird daher auch englisches Glas genannt.

Die Kieselsäure macht das Glas hart und schwer schmelzbar.

Die Alkalien, besonders das Natron machen das Glas leicht schmelzbar. Das Natron giebt ihm mehr Glanz, macht es aber grünlich, das Kali dagegen schwerer schmelzbar, hart und haltbarer.

Der Kalk giebt dem Glas mehr Härte und etwas mehr Glanz, aber weniger Schmelzbarkeit als die Alkalien. Zu viel Kalk vermindert aber die Festigkeit.

Eben so wohl das Vorwalten der Alkalien als das des Kalkes bewirken die Neigung des Glases zu erblinden und zu entglasen. Die Menge des Alkali wird zuweilen vermehrt, um das Glas schmelzbarer, also dünnflüssiger und billiger zu machen, die Menge des Kalkes gleichfalls aus Ersparniß, weil er billiger kommt als die Alkalien.

Das Bleioxyd giebt dem Glas die größte Schmelzbarkeit und Weichheit, den stärksten Glanz und das stärkste Lichtzerstreuungsvermögen. Das Bleiglas ist vermöge seiner Leichtschmelzbarkeit frei von Blasen und Knoten.

Das Bleioxyd kann mit Vortheil durch Zinkoxyd ersetzt werden. Es ist billiger in reinem Zustande zu erhalten und verträgt stärkere Hitze. Nach mehreren Schmelzungen in demselben Hafen wird es jedoch gelblich. Diese Färbung beseitigt am besten ein kleiner Zusatz von ($^1/_{100}$%) Nickeloxyd, Braunstein aber nicht.

Thonerde und Eisen kommen nur als Verunreinigung der Ma-

terialien in's Glas. Erstere macht das Glas am schwersten schmelzbar, spröde und unhaltbar, das Eisen dagegen leichtflüssig und färbt es als Oxydul grün, als Oxyd gelb bis braun.

Materialien zur Glasbereitung.

Die Kieselsäure liefert am reinsten der Bergkrystall für künstliche Edelsteine, dann Feuerstein, da seine Farbe nur von onganischen Stoffen herrührt; eisenfreier Quarz und Sand, und für grünes Glas eisenhaltiger Sand und Basalt.

Kali liefert Pottasche für ordinäres Glas, gereinigte Pottasche für Krystallglas und durch Weingeist gereinigtes Aetzkali für künstliche Edelsteine; Asche und kalihaltige Abfälle für grünes Glas.

Natron liefert Soda für weißes Glas, gereinigte Soda für Spiegelglans, Glaubersalz mit soviel Kohle, daß schwefligsaures Natron entsteht, und selbst Kochsalz für Grünglas.

Letzteres zersetzt sich mit dem kieselsauren Kali in kieselsaures Natron und Chlorkalium, welches sich als Glasgalle abscheidet.

Kalk liefert Marmor und Kreide für die feinsten Gläser, Kalkstein roh oder gebrannt für ordinäres Glas.

Bleioxyd liefert Mennige, Bleiweiß und Bleiglanz.

Als Flußmittel dienen Glasscherben und zur Reinigung Oxydationsmittel wie Braunstein, arsenige Säure und Salpeter, sie oxydiren vorhandene Kohle und Eisenoxydul. Erstere färbt das Glas braun, letzteres grün. Der Kohlenstoff entweicht als Kohlenoxydgas. Das Eisenoxydul wird zu Oxyd. Dieses färbt zwar das Glas auch, nämlich gelb, aber weit schwächer als Oxydul [1]). Das entstandene Manganoxydul färbt das Glas gar nicht, allein an der Sonne färbt sich das Glas allmälig roth, indem das Manganoxydul in Oxyd übergeht. Grünes Glas entfärbt sich an der Sonne, indem das Eisenoxydul ebenfalls zu Oxyd wird.

Die verschiedenen Arten des Glases.

Das Glas wird nach seinen Bestandtheilen eingetheilt in bleifreies und bleihaltiges.

Das bleifreie ist entweder farblos oder grün. Die farblosen bleifreien Gläser sind:

1. Das Kronglas. Es ist das reinste Glas und dient zu optischen Zwecken und zu geschliffenen Luxuswaaren. Da man es in dicken Massen verarbeitet, so muß es vollkommen farblos sein und erfordert daher sehr reine Materialien. Das englische ist schwach grünlich, weil es mit Steinkohlen gemacht wird. Das beste kommt aus Böhmen und heißt auch böhmisches Schleifgas. Das böhmische ist Kalikalkglas, das englische Natronkalkglas und enthält sehr wenig Alkali. Das englische eignet sich wegen seiner Dichtigkeit und starken Lichtbrechung am besten zu optischen Zwecken.

2. Das Spiegelglas dient auch zu weißen Flaschen und chemischen Geräthen, es muß gleichfalls sehr rein und farblos sein, enthält aber nebst Kalk und Kali auch Natron, damit es die zum Gießen nothwendige Leichtflüssigkeit besitzt.

---

1) Man erklärt zwar die Entfärbung des grünen Glases durch Braunstein jetzt ziemlich allgemein dadurch, daß die rothe Farbe, welche das Manganoxyd bewirkt, eine complementäre für die grüne sei und complementäre Farben einander aufheben. Allein das grüne Eisenoxydul wird jedenfalls zu gelbem Oxyd, wie die Weinflaschen zeigen S. 95. Gelb ist zwar complementär für Violett, allein die kleine Menge Mangan färbt hier nicht violett, sondern höchstens roth, oder gar nicht.

3. Das Tafel- oder Fensterglas dient auch zu Arzneigläsern, es soll zwar den Witterungseinflüssen gut widerstehen, aber besonders hart sein, um das Putzen zu vertragen und billig sein. Es enthält daher ziemlich viel Kalk, entweder mit Kali, oder mit Natron, oder mit beiden zusammen. Nur die dicksten Tafeln sind weiß, die dünneren sind halbweiß (d. h. grünlich) oder grün.

Das grüne Glas ist das Flaschenglas. Es ist das billigste und kann daher nur aus unreinen Materialien gemacht werden. Es ist entweder grün von Eisenoxydul, oder gelb bis braun, wenn das Eisenoxydul durch Zusatz von Braunstein in Oxyd verwandelt wird. Es enthält wenig Natron, aber viel Kalk und Thonerde und erblindet daher sehr bald.

Die bleihaltigen Gläser sind:

1. Das Krystallglas. Es besteht nur aus Blei- und Kalisilicat, weil es durch Natron grün wird, eignet sich durch seine Weichheit vorzüglich zum Schleifen, dient wegen seines Glanzes, wegen seiner Lichtbrechung und Farblosigkeit zu Luxusgegenständen und wird vom Kronglas nur an Farblosigkeit und Härte übertroffen, übertrifft aber dieses am Lichtbrechungsvermögen.

2. Das Flintglas. Es hat seinen Namen davon, weil man zuerst Feuerstein (Flint) als Kieselsäure dazu nahm. Es enthält mehr Bleioxyd als das Krystallglas, weil dadurch die Dichtigkeit und das Brechungsvermögen zunimmt, jedoch nicht zu viel, weil es sonst gelblich wird. Es enthält meistens Kali, seltener Natron. Die größte Schwierigkeit ist, es von gleicher Dichte zu erhalten, weil die unteren Theile der Glasmasse stets reicher an Bleioxyd sind als die oberen.

Das Kronglas erhält seine Brauchbarkeit zu optischen Zwecken erst durch Mitwirkung eines Flintglases. Das Kronglas wirkt zwar am wenigsten lichtzerstreuend, aber für optische Zwecke doch noch zu stark. Die Gegenstände haben farbige Ränder. Die Lichtzerstreuung einer Linse wird durch die negative Wirkung eines Concavglases beseitigt. Ist aber letzteres gleichfalls von Kronglas, so hebt dessen Brechung die der Linse auf. Das Flintglas dagegen besitzt so starke Lichtzerstreuung, daß ein concaves Flintglas nicht so stark concav zu sein braucht, um die Zerstreuung der Kronglaslinse aufzuheben, daß es auch ihre Brechung aufhebt. Eine solche Linse heißt dann achromatisch.

3. Der Straß hat den Namen von seinem Erfinder, ist das Glas für die künstlichen Edelsteine und wird daher mit färbenden Substanzen versetzt. Nur das Bleiglas besitzt dazu den erforderlichen Grad des Glanzes, der Reinheit und Farblosigkeit. Er enthält vollkommen reines Kali und Kieselsäure, nebst Borsäure und enthält noch mehr Bleioxyd als das Flintglas. Auch die Flüsse der Glasmaler gehören hieher. Sie müssen leichter schmelzen als das Glas, in welches man sie einbrennt. Wegen seiner Zähigkeit eignet sich das Bleiglas besonders für Lampencylinder.

Zur Erzeugung von färbigem Glas dienen vorzüglich gewisse Metalloxyde, welche mit der Kieselsäure schmelzbare Verbindungen bilden.

Blau wird durch Kobaltoxyd gefärbt und zwar lasurblau. Kupferoxyd liefert blaugrünes Glas, welches nur durch Abschrecken in Wasser getrübt, himmelblau erscheint, aber durch wiederholtes Schmelzen und Abschrecken auch in durchsichtigem Zustand blau bleibt.

Grün färbte man früher durch Kupferoxyd mit Eisenoxyd, das schönste und tiefste Grün liefert aber Chromoxyd; Uranoxyd Gelbgrün.

Gelb färbt Eisenoxyd, Spiesglanzglas, Schwefelsilber, Chlorsilber [1]) und Kohle.

---

1) Es wird wie das Gold zu fein zertheiltem Metall reducirt.

Braun färben Eisenoxyd und Kohle in größerer Menge.

Roth: Carmesin- und Rosenroth giebt Goldpurpur, Rubinroth Kupferoxydul.

Das Kupfer wird als Oxyd angewendet und das grünblaue Glas einer rußenden Flamme ausgesetzt, welche das Kupferoxyd zu Oxydul reducirt. Es liefert nur in concentrirtem Zustand ein tiefes Roth, macht aber dann das Glas undurchsichtig. Man überzieht daher weißes Glas nur mit einer dünnen Schichte von rothem Glas und nennt es Ueberfangglas. Braunstein in kleinerer Menge färbt carmesinroth.

Violett färbt Braunstein in größerer Menge.

Schwarzes Glas oder Hyalith ist sehr dunkel blau, grün oder violett gefärbtes Glas, welches nur in auffallendem Licht schwarz, in durchfallendem aber blau, grün oder violett erscheint und meistens für lichtempfindliche chemische Präparate dient.

Getrübte Gläser entstehen vorzüglich durch weiße Substanzen, welche sich in schmelzendem Glase nicht auflösen, sondern nur darin vertheilen. Sie bleiben entweder weiß, oder werden mit den gewöhnlichen Glasfarben gefärbt. Die wichtigsten Arten sind:

1. Das Milchglas oder Beinglas durch Zusatz von Knochenerde. Bei schwächerer Trübung heißt es Opalglas.

2. Das Email: mit Zinnoxyd.

3. Das Alabasterglas besteht aus kieselsäurereichem geschmolzenem und darin fein zertheiltem ungeschmolzenem Glas. Es entsteht, wenn man in Wasser abgeschrecktes Glas zu schmelzendem Glas setzt.

4. Das Réaumur'sche Glas oder Réaumur'sche Porzellan entsteht durch die Entglasung des gewöhnlichen Glases. Nämlich durch längeres Erhitzen verflüchtigt sich das Alkali ganz oder theilweise, während das Kalksilicat mit überschüssiger Kieselsäure zurückbleibt und krystallinisch wird. Es hat einen körnigen Bruch, ist härter als gewöhnliches Glas, leitet die Wärme besser und verträgt Temperaturwechsel besser als Porzellan.

Glasmalerei.

Bei der Glasmalerei werden leichtschmelzbare färbige Bleigläser als Pulver auf schwer schmelzbares, kieselsäurereiches Glas, wie Kronglas, aufgetragen und in einer Muffel eingebrannt.

Das Schmelzen des Glases.

Das Gemenge zum Glasschmelzen geschieht in den sogenannten **Glashäfen**, Gefäßen aus feuerfestem Thon, den man gegen das Zerspringen mit Sand und zerkleinertem gebranntem Thon versetzt. Der Thon muß fett sein. Er erweicht zwar leichter im Feuer als der mehr kieselsäurehaltige, aber er wird von der Glasmasse nicht so stark angegriffen.

Die Kieselsäure verbindet sich mit dem Kali, Natron, Kalk, Bleioxyd u. s. w. und die entweichende Kohlensäure und schweflige Säure bewirken anfangs ein Schäumen der Glasmasse. Die übrigen Substanzen, (hauptsächlich Chlorkalium und Chlornatrium und ein Theil der schwefels. Salze), welche sich nicht mit der Glasmasse verbinden können oder der Zersetzung entgangen sind, scheiden sich auf der Oberfläche aus und werden als **Glasgalle** von Zeit zu Zeit abgeschöpft. Die Glasgalle besteht aus Chlorkalium, Chlornatrium, schwefelsaurem Kali oder Natron und kann zum Löthen, wie zur Feuersilberung gebraucht werden. Die fortgesetzte Erhitzung des fertigen Glases bezweckt die Entfernung aller Kohlensäure und andrer Dämpfe, die das Glas blasig machen könnten.

Eigenschaften des Glases. Es ist ein amorpher Körper, farblos oder durch Metalloxyde gefärbt, durchsichtig und spröde. Durch Erhitzen wird

es weich und so dehnbar, daß es sich leicht formen und in dünne Fäden ausziehen läßt. Am leichtesten schmilzt bleihaltiges, am schwersten Kaliglas.

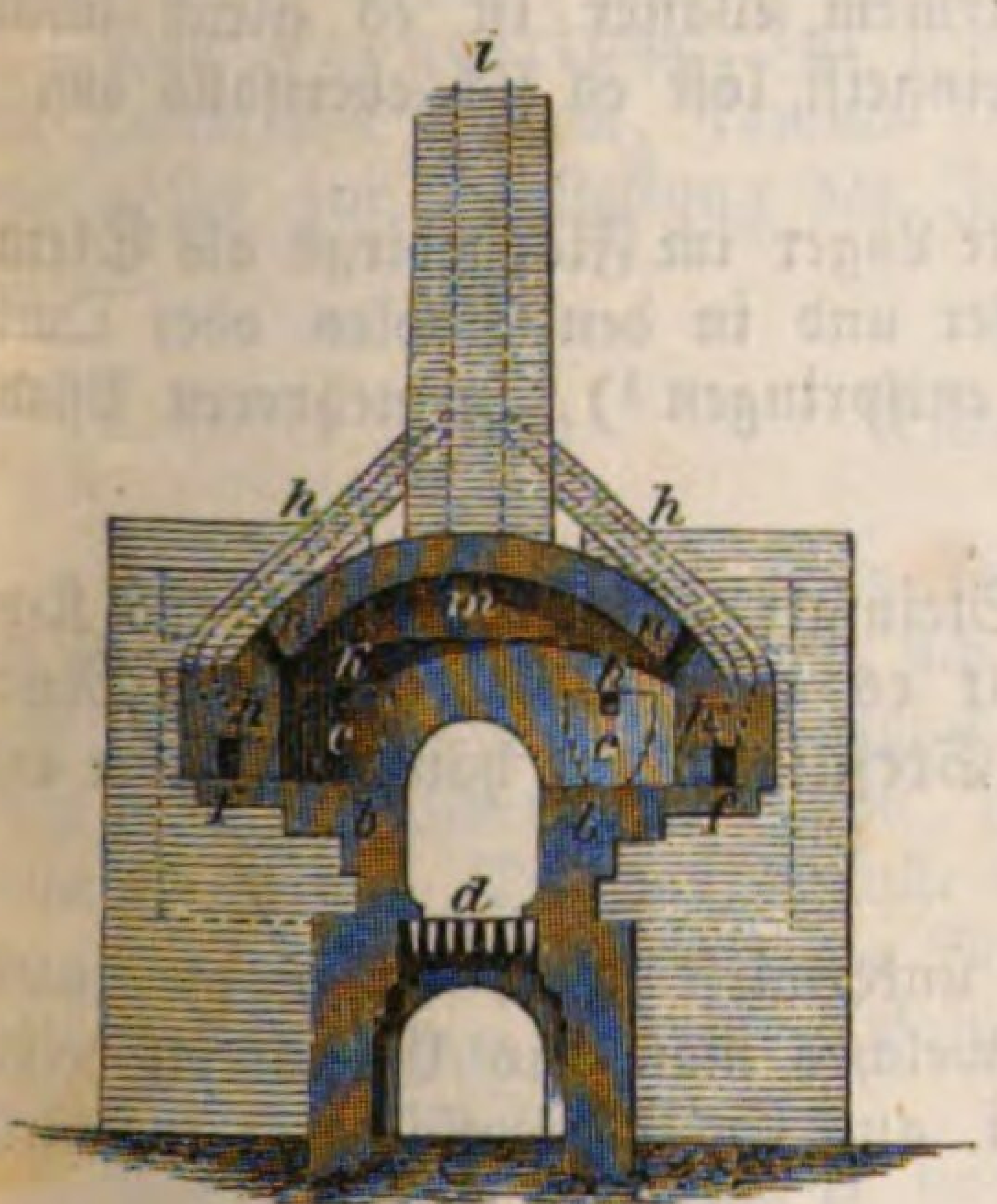
Durch längeres Glühen verflüchtigt sich Alkali. Dadurch wird das Glas strengflüssiger oder ganz unschmelzbar, verliert dabei seine Durchsichtigkeit und heißt nun **Réaumur'sches Porzellan.** Je langsamer das Glas abgekühlt ist, um so besser verträgt es Temperaturwechsel, ohne zu springen. Schlecht gekühltes kann man dadurch verbessern, daß man es in kaltem Wasser bis zum Kochen erhitzt und wieder darin erkalten läßt.

Durch Reiben wird das Glas positiv elektrisch. Bleigehalt ertheilt ihm ein bedeutendes Lichtzerstreuungsvermögen, wodurch es als Flint- und Krystallglas zu achromatischen Gläsern für optische Zwecke anwendbar ist.

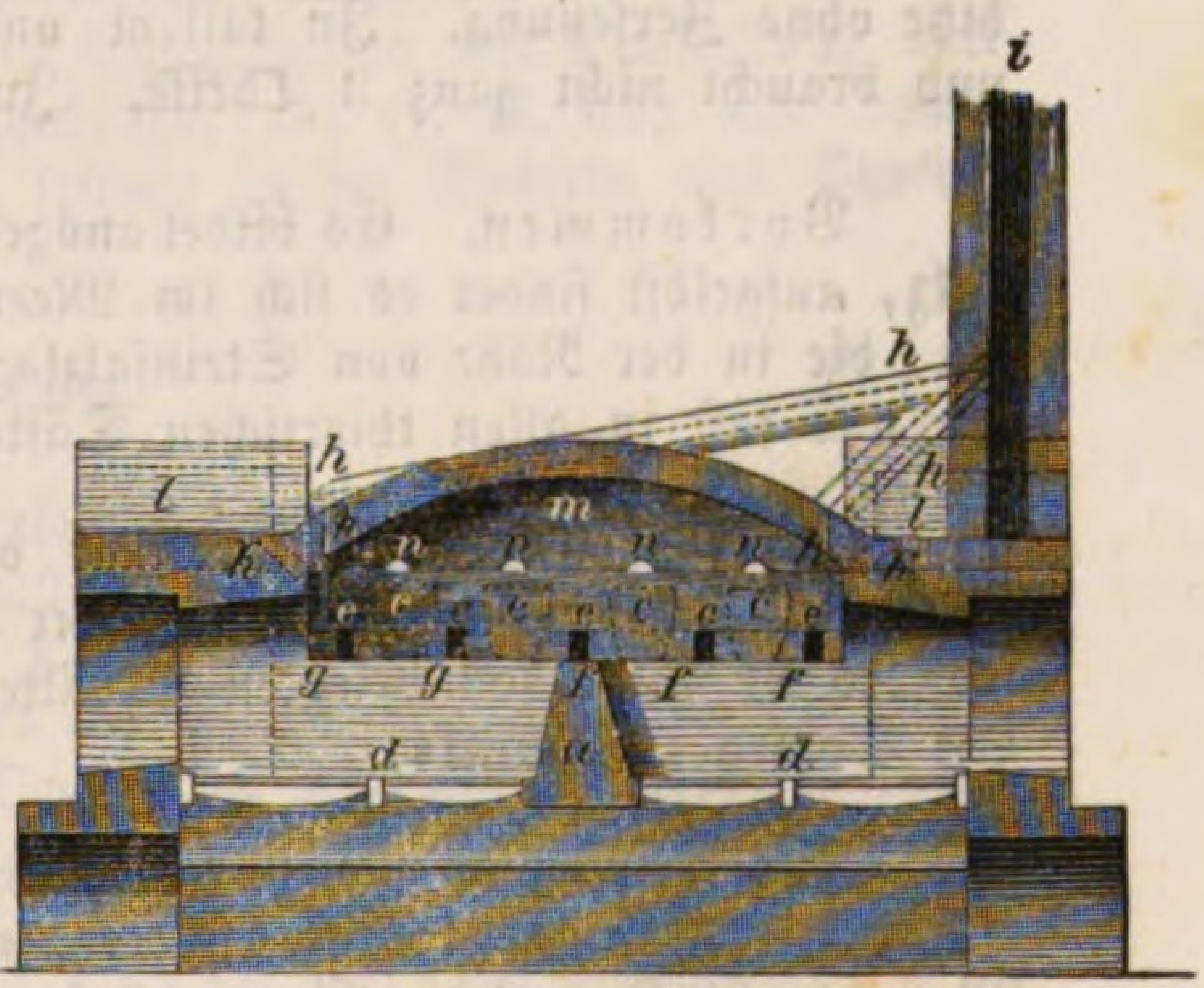
Ein zu großer Kalkgehalt macht, daß das Glas allmälig erblindet, d. h. es verliert seinen Glanz und spielt in Regenbogenfarben, indem die Kohlensäure der Luft das kieselsaure Kali in kohlensaures Kali und freie Kieselsäure verwandelt, welche das Wasser auflöst, so daß der kieselsaure Kalk in Gestalt kleiner Schuppen auf der Oberfläche des Glases zurückbleibt. Die Kohlensäure wird hauptsächlich durch Ammoniak auf die Basen des Glases übertragen, daher das Erblinden besonders da schnell erfolgt, wo Verwesungsprocesse Ammoniakentwicklung bewirken.

Da stärkere Säuren das Glas schneller angreifen, als die Kohlensäure der Luft, so kann man dadurch unter mehreren Glassorten die haltbareren erkennen, d. h. diejenigen, welche nicht bald erblinden. Aber die Säure muß nicht flüssig, sondern gasförmig in Anwendung kommen. Flüssige Säure spült den zersetzten Theil des Glases ab und die Aetzung ist so schwach, daß sie nicht leicht wahrnehmbar ist. Setzt man aber das Glas nur den Dämpfen, z. B. von Salzsäure aus, so bilden die Zersetzungsproducte einen Beschlag auf dem Glas, dessen Stärke sich leicht bemessen läßt. Prüfung des Glases auf Haltbarkeit.

104.



105.



Der belgische Glasofen hat zwei Feuerungen, welche die Brücke a von einander trennt. Zu beiden Seiten des Feuers sind zwei Mauervorsprünge oder Bänke b, auf denen die Glashäfen cccc stehen. Die beiden Feuer brennen auf den Rösten dd. Die Feuerluft zieht in die 5 Oeffnungen eeeee, rechts durch den Kanal fff, links durch den Kanal gg in die zwei Röhren hh, welche in den Schornstein i übergehen. Ein Theil der heißen Luft tritt durch die Oeffnungen kk in die Kammern ll zum Trocknen des Sandes.

Die Vorzüge dieses Ofens bestehen darin: 1. Das Feuer umspielt

jeden Glashafen auf drei Seiten, während es in andern Oefen die Häfen nur auf einer Seite trifft. 2. Das niedrige oder flache Gewölbe m strahlt mehr Wärme auf die Häfen herab, als die sonst üblichen hohen Gewölbe.

Die mechanische Verarbeitung des Glases geschieht entweder durch Gießen für geschliffene Waaren wie Spiegel, optische Gläser und Luxusgegenstände aus stärkerem Glas, oder durch Blasen bei Hohl- und Tafelglas. Das Blasen geschieht mit der Glaspfeife, einem 4—5' langen, gegen 1/4" weiten Rohr mit einem Mundstück **a**, einem Holzgriff **b** und einem Knopf **c** zum Anheften des Glases.

106.



Man taucht die Pfeife durch die Oeffnung **n** in den Hafen, um damit Glas herauszunehmen und bläst es dann zur Kugel auf, aus welcher man durch verschiedene Handgriffe mit Hilfe weniger Instrumente wie Scheere, Sprengeisen u. dgl. und nur selten unter Mitwirkung metallener Formen die verschiedenartigsten Gegenstände bildet.

Kochsalz.

Das Chlornatrium oder Kochsalz, NaCl krystallisirt in Würfeln ohne Krystallwasser, die sich häufig zu treppenförmigen 4seitigen Pyramiden gruppiren, welche unten hohl sind. Es schmeckt rein salzig und ist in reinem Zustand luftbeständig. Das gewöhnliche Salz wird aber feucht und zerfließt an feuchten Orten ganz, weil es Chlorcalcium und Chlormagnesium enthält; diese zerfließen an der Luft und das Kochsalz löst sich dann in ihrer Auflösung gleichfalls. In der Hitze verknistert es, indem die Wasserdämpfe der eingeschlossenen Mutterlauge die Krystalle zersprengen, das Steinsalz aber nicht. Bei der Rothglühhitze schmilzt es und verflüchtigt sich bei Weißglühhitze ohne Zersetzung. In kaltem und warmem Wasser ist es gleich löslich und braucht nicht ganz 3 Theile. In Weingeist löst es sich ebenfalls auf.

Vorkommen. Es bildet ausgedehnte Lager im Flötzgebirge als **Steinsalz**, aufgelöst findet es sich im Meerwasser und in den Soolen oder Quellen, die in der Nähe von Steinsalzlagern entspringen [1]), in mehreren Pflanzen und fast in allen thierischen Säften.

Darstellung. Man reinigt das Steinsalz durch Auflösen und Krystallisiren von erdigen Theilen, oder erhält es durch Verdunsten des Meerwassers in mit Thon belegten Behältern (**Seesalz**), am häufigsten aber aus den Soolen (**Sudsalz**).

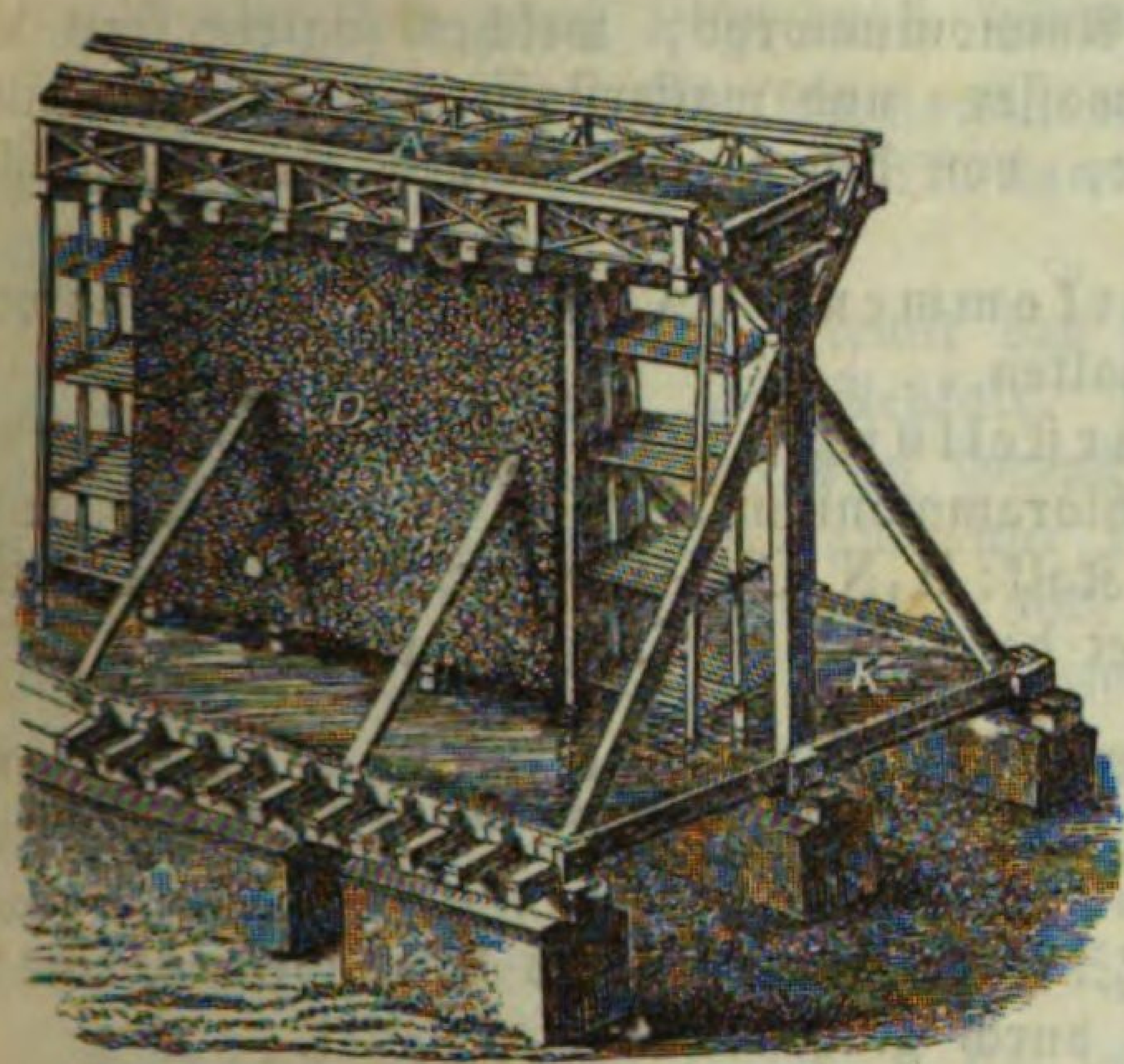
Zur Ersparung von Brennmaterial unterwirft man die Soole zuerst einem Verdunstungsprocesse an der Luft, welches man das **Gradiren** heißt. Man pumpt sie auf die Gradirhäuser, d. i. aus Schlehdornbündeln errichtete

---

1) In Bayern liefern jährlich

	Rosenheim	200,000	
	Reichenhall	180,000	
	Traunstein	150,000	
1) In Bayern liefern jährlich	Berchtesgaden	130,000	Centner Salz
	Orb	40,000	
	Kissingen	16,000	
	Dürkheim	4,000	

107.



mit Dächern versehene Wände, auf deren Höhe ein Trog A ist, und läßt sie aus diesem über die Dornen D (in den Soolkasten K) herabtröpfeln, bis sie sudwürdig ist, d. h. in 100 Theilen 18 bis 22 Th. Kochsalz enthält. Dabei setzt sich zuerst kohlens. Kalk mit Eisenoxydhydrat, dann schwefels. Kalk als Dornstein ab.

Die durch Stehen möglichst geklärte Soole versiedet man in 4eckigen Pfannen von Eisenblech, wobei sich Erdharz und Extractivstoff als Schaum, und kohlens. und schwefels. Kalk, schwefels. Natron und Eisenoxyd theils als Schlamm am Boden, theils als fester Pfanenstein an den Wänden der Pfanne ausscheidet.

Wichtigkeit. Es hat als Zusatz zu Speisen für Menschen und Thiere einen Wohlgeschmack, befördert die Verdauung und macht viele Speisen, besonders Gemüse beim Kochen zarter. Es dient zum Salzen der Speisen, zum Einsalzen des Fleisches und andrer Nahrungsmittel, zur Viehfütterung, ferner zur Glasur der Steinzeuggefäße, in der Seifensiederei, Weißgerberei und Glasfabrikation, zur Darstellung des Chlors, der Salzsäure und Soda.

Das Jodnatrium, NaI stimmt in Eigenschaften und Darstellung mit dem Jodkalium überein, kommt aber reichlicher vor (s. S. 63) und dient hauptsächlich zur Darstellung des Jods, seltner in der Medicin und Photographie.

Ammonium.

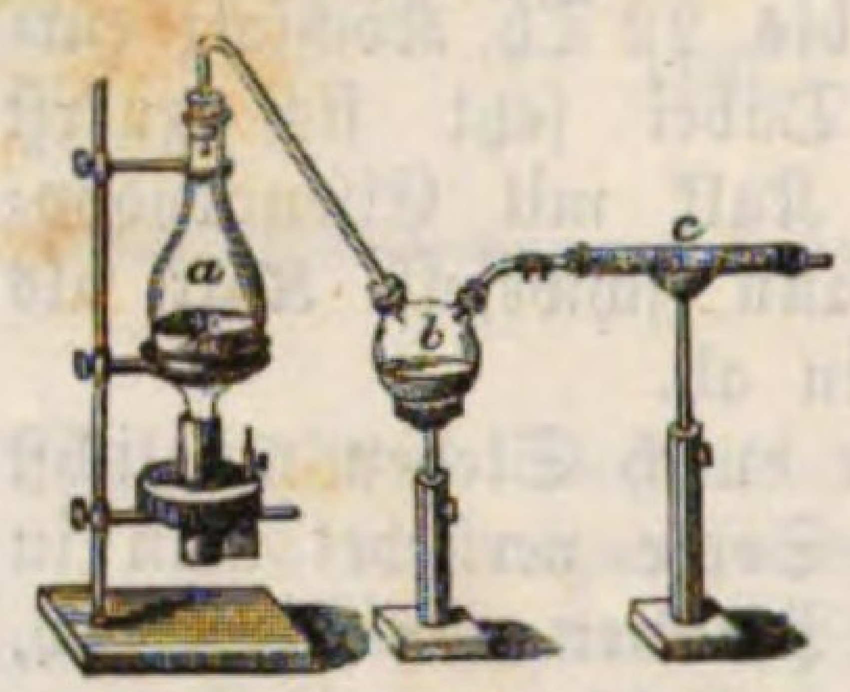
Das Ammonium ist zwar kein einfacher Körper, es besteht aus H_4N und ist auch noch nicht frei für sich dargestellt worden, allein wenn man ein Salz desselben, z. B. den Salmiak mit Kaliumamalgam zusammenbringt, so erhält man ein anderes Amalgam, welches ein viel größeres Volum und Butterconsistenz hat. Da nur Metalle mit Quecksilber Amalgame bilden, so folgt daraus, daß das Ammonium ein Metall ist. Dieses Metall stimmt in seinen Verbindungen ganz mit den Alkalien überein und muß daher zu den alkalischen Metallen gezählt werden.

Der N bildet mit dem H noch 2 Verbindungen: H_3N oder das **Ammoniak** und H_2N oder das **Amid**. Nur das Erstere ist wichtig, das Letztere aber noch gar nicht für sich dargestellt worden.

Das Ammoniak, H_3N ist ein unbeständiges, farbloses Gas, das sich durch Druck oder bei — 32° R. zur farblosen Flüssigkeit verdichtet. Es hat einen höchst duchrdringenden, urinösen Geruch und scharfen, brennenden Geschmack, ist leichter als die atmosphär. Luft und wirkt auf Pflanzenfarben alkalisch. Es unterhält das Brennen nicht, verbrennt aber in reinem Säuerstoff mit gelber Flamme. Eingeathmet bewirkt es Brustkrampf. 1 Volum Wasser verschluckt bei 0° 670 Volume Ammoniakgas. Wenn es mit Wasser mit einer wasserhaltigen Sauerstoffsäure oder mit einer Wasserstoffsäure zusammen-

kommt, so bildet es mit dem Wasserstoff derselben Ammonium, und dieses mit dem Sauerstoff des Wassers Ammoniumoxyd, welches sogleich mit dem Wasser ein Hydrat bildet. Mit wasser- und wasserstofffreien Säuren bildet das Ammoniak die Ammoniaksalze, von denen aber keines eine Wichtigkeit hat 1).

108.



Vorkommen. Es wird nur als Kunstproduct erhalten.

Darstellung. Man erhitzt ein Gemenge von 1 Th. Chlorammonium $H_4N + Cl$ mit 2 Th. ungelöschtem Kalk: $H_4N, Cl + CaO = H_3N + CaCl + HO$ und leitet das Gas in Quecksilber.

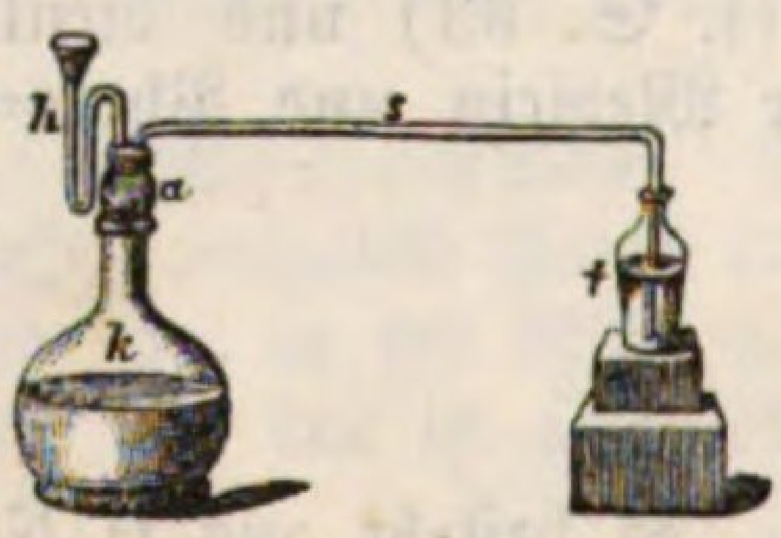
Das Wasser verdichtet sich größtentheils in der Vorlage b. Von den letzten Antheilen Wasser wird das Gas durch Chlorcalcium im Rohre c befreit.

Man erhält auch Ammoniak, wenn man erhitztes Stickstoffgas oder atmosphär. Luft nebst Wasserdampf durch glühende Kohlen leitet.

Das Ammoniumoxyd H_4NO ist nur als Hydrat, H_4NO, 5 HO bekannt und heißt gewöhnlich **Aetzammoniakflüssigkeit** oder caustisches Ammoniak oder wegen seiner Bereitung aus Salmiak oder Chlorammonium **Salmiakgeist.** Die Flüssigkeit entwickelt an der Luft Ammoniak und riecht daher auch wie dieses. Die sehr gesättigte Lösung hat 0,87 spec. Gew. und bildet bei — 32° R. nadelförmige Krystalle.

Vorkommen. Das H_4NO findet sich in der Natur nur gebunden an Säuren, in der Luft, in manchen thierischen Absonderungen, sehr selten in Mineralien. Die größte Menge entsteht bei der Fäulniß und trocknen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper.

109.



Darstellung. Man leitet Ammoniakgas in Wasser.

Der Ballon k wird in einem Sandbade erwärmt und ist mit einer Sicherheitsröhre h und einem Ableitungsrohre s versehen. Die Vorlage t muß in Wasser gestellt werden, weil bei der Absorption des Ammoniaks viel Wärme frei wird und diese die weitere Absorption aufhält.

Wichtigkeit. Man benützt den Salmiakgeist oder das sogenannte Aetzammoniak wegen seines durchdringenden Geruches und als flüchtiges Reizmittel bei Ohnmacht und Scheintod, äußerlich zu Einreibungen, besonders bei Verbrennungen, als Zusatz zum Schnupftabak, ferner zum Ausmachen von Flecken bei empfindlichen Farben auf Zeugen, weil es als flüchtiges Alkali zwar Säuren neutralisirt aber keine alkalische Reaction hinterläßt, in der Färberei, zur Darstellung des Flechtenroths, zum Auflösen der Cochenille und zum Auflösen des Indigo in der Urinküpe, zum Reinigen von Gemälden und lackirten Gegenständen, weil es blos den Schmutz auflöst, nicht aber so leicht wie Kali und Natron auch Firniß und Farben angreift, zur Befreiung der Keller von Koh-

1) Man verwechselte früher Ammoniaksalze mit Ammoniumoxydsalzen, bis man beobachtete, daß neutrale Ammoniaksalze 1 At. Wasser enthalten, welches nicht ohne Zersetzung des Salzes entfernt werden kann; ferner, daß die Ammoniaksalze mit 1 At. Wasser (jetzt wasserfreie Ammoniumoxydsalze genannt) mit dem wasserfreien Kalisalze derselben Säure isomorph sind.

lensäure, als Reagens auf Kupfer und zur Neutralisation überschüssiger Säuren, weil ein Ueberschuß leicht durch Wärme verflüchtigt.

Verbindungen. Die Ammoniumoxydsalze haben einen stechend salzigen Geschmack. In der Hitze verflüchtigen sie sich theils mit, theils ohne Zersetzung.

Ausmittlung. Man erkennt das freie, oder aus seinen Salzen durch eine stärkere Basis (Kali oder Aetzkalk) frei gemachte Ammoniak und Ammoniumoxyd 1. an seinem urinösen Geruch, 2. bläut es rothes Lackmuspapier schon in der Entfernung, aber nur vorübergehend, 3. bewirkt es bei Annäherung eines in eine flüchtige, aber nicht rauchende Säure getauchten Glasstabes weiße Nebel durch Bildung eines Ammoniaksalzes.

Das Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium oder Schwefelammonium, H_4N, S, HS ist eine farblose nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak riechende Flüssigkeit, welche durch Einwirkung der Luft bald gelb wird, indem Fünffachschwefelammonium, H_4N, S_5 entsteht.

Vorkommen. Es entwickelt sich bei der Fäulniß stickstoff- und schwefelhaltiger Stoffe, daher besonders in Abtritten. Der Geruch wird durch Eisenvitriol oder schwefels. Eisenoxydul (FeO, SO_3) zerstört, denn es entsteht schwefels. Ammoniak und Schwefeleisen, beide sind geruchlos. Gewöhnlich wird die Mutterlauge der Eisenvitriolfabriken und der Rückstand von der Chlorbereitung dazu benützt nebst Zusatz von Thon, Torf, Steinkohlenasche — oder bei freier Säure von Kalk — nebst Kohle. Die Erde giebt der Masse mehr Consistenz, damit sie sich besser transportiren und leichter im Boden vertheilen läßt, und die Kohle absorbirt die übrigen Riechstoffe außer dem Schwefelammonium. Auch Gyps wirkt ähnlich wie FeO, SO_3. Desinfection der Abtritte.

Darstellung. Man sättigt Ammoniak mit Schwefelwasserstoffgas.

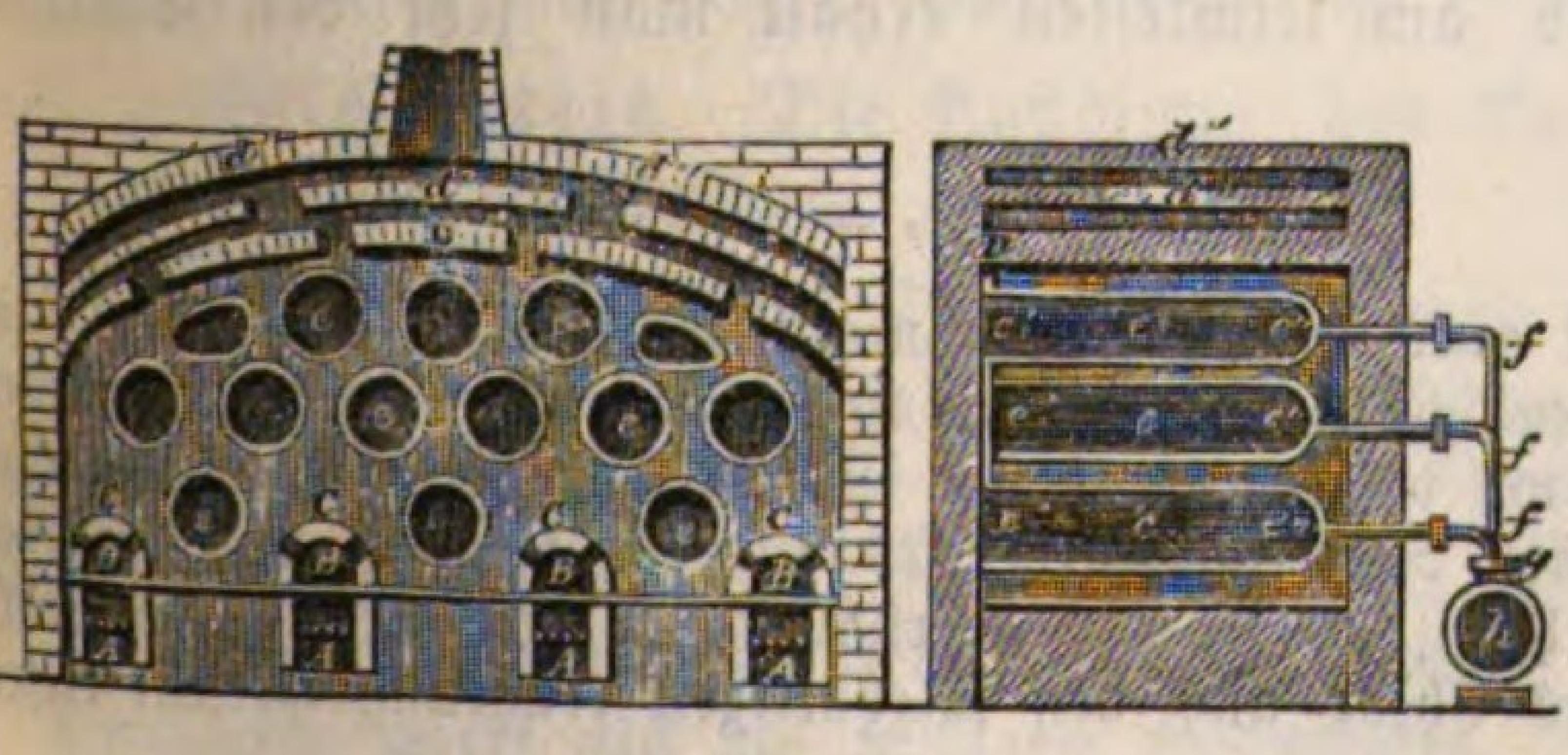
Wichtigkeit. Es dient in der Chemie zur Fällung der Schwermetalle, welche von Schwefelwasserstoff für sich nicht präcipitirt werden, nämlich Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink.

Das anderthalb kohlensaure Ammoniumoxyd, 2 H_4NO, 3 CO_2, 2 HO bildet kleine undeutliche Krystalle, riecht stark nach Ammoniak, löst sich in 2 Th. Wasser, bläut Lackmus und verwandelt sich an der Luft unter Abgabe von Ammoniak in doppelt kohlensaures Salz (H_4NO, $2CO_2$, HO).

Vorkommen. Es ist in sehr kleiner Menge ($^6/_{100000}$%) in der atmosphärischen Luft enthalten und entsteht aus dem Ammoniak und der Kohlensäure, die sich aus faulenden Thierkörpern entwickeln.

Darstellung. Man erhält es mit vielem stinkenden Brandöl verunreinigt bei der trocknen Destillation thierischer Abfälle, rein durch Sublimation von Chlorammonium mit kohlens. Kalk. Das unreine heißt Hirschhornsalz.

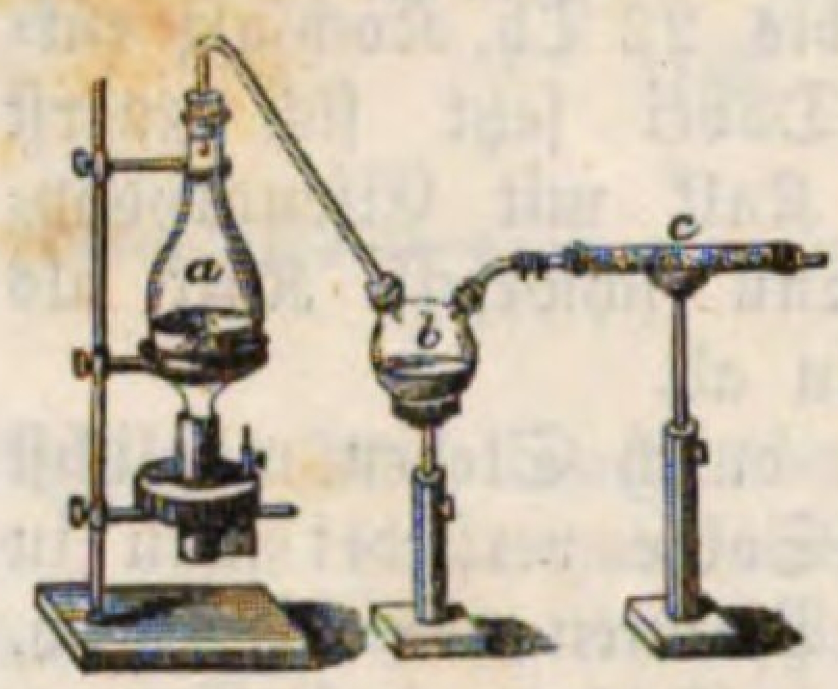
110.



Die 12 cylindrischen und 2 elliptischen Retorten mit den thierischen Stoffen werden von 4 Feuerungen B B B B geheizt, deren Wölbungen C C C C Löcher haben zur gleichmäßigen Vertheilung der Flamme. Der ganze Ofen hat 3 Wölbungen, wovon die unterste D 20, die mittlere d' nur 4 Zuglöcher enthält; die oberste d'' hat nur einen Canal, der in die Esse geht. Die Ableitungsröhren e'' f der Retorten gehen in ein Hauptrohr h, das am einen Ende geschlossen ist und am andern in mehrere mit einander in Verbindung stehende Tonnen führt.

kommt, so bildet es mit dem Wasserstoff derselben Ammonium, und dieses mit dem Sauerstoff des Wassers Ammoniumoxyd, welches sogleich mit dem Wasser ein Hydrat bildet. Mit wasser- und wasserstofffreien Säuren bildet das Ammoniak die Ammoniaksalze, von denen aber keines eine Wichtigkeit hat [1]).

108.



Vorkommen. Es wird nur als Kunstproduct erhalten.

Darstellung. Man erhitzt ein Gemenge von 1 Th. Chlorammonium $H_4N + Cl$ mit 2 Th. ungelöschtem Kalk: $H_4N, Cl + CaO = H_3N + CaCl + HO$ und leitet das Gas in Quecksilber.

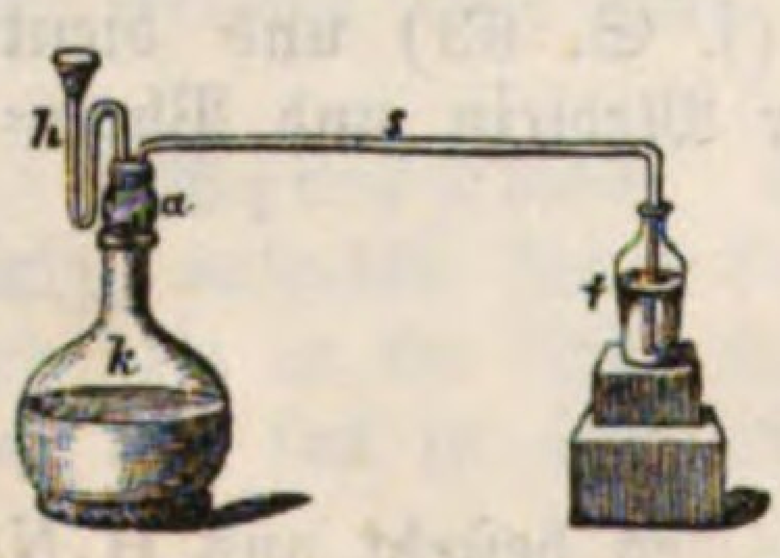
Das Wasser verdichtet sich größtentheils in der Vorlage b. Von den letzten Antheilen Wasser wird das Gas durch Chlorcalcium im Rohre c befreit.

Man erhält auch Ammoniak, wenn man erhitztes Stickstoffgas oder atmosphär. Luft nebst Wasserdampf durch glühende Kohlen leitet.

Das Ammoniumoxyd H_4NO ist nur als Hydrat, H_4NO, 5 HO bekannt und heißt gewöhnlich **Aetzammoniakflüssigkeit** oder caustisches Ammoniak oder wegen seiner Bereitung aus Salmiak oder Chlorammonium **Salmiakgeist.** Die Flüssigkeit entwickelt an der Luft Ammoniak und riecht daher auch wie dieses. Die sehr gesättigte Lösung hat 0,87 spec. Gew. und bildet bei — 32° R. nadelförmige Krystalle.

Vorkommen. Das H_4NO findet sich in der Natur nur gebunden an Säuren, in der Luft, in manchen thierischen Absonderungen, sehr selten in Mineralien. Die größte Menge entsteht bei der Fäulniß und trocknen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper.

109.



Darstellung. Man leitet Ammoniakgas in Wasser.

Der Ballon k wird in einem Sandbade erwärmt nnd ist mit einer Sicherheitsröhre h und einem Ableitungsrohre s versehen. Die Vorlage t muß in Wasser gestellt werden, weil bei der Absorption des Ammoniaks viel Wärme frei wird und diese die weitere Absorption aufhält.

Wichtigkeit. Man benützt den Salmiakgeist oder das sogenannte Aetzammoniak wegen seines durchdringenden Geruches und als flüchtiges Reizmittel bei Ohnmacht und Scheintod, äußerlich zu Einreibungen, besonders bei Verbrennungen, als Zusatz zum Schnupftabak, ferner zum Ausmachen von Flecken bei empfindlichen Farben auf Zeugen, weil es als flüchtiges Alkali zwar Säuren neutralisirt aber keine alkalische Reaction hinterläßt, in der Färberei, zur Darstellung des Flechtenroths, zum Auflösen der Cochenille und zum Auflösen des Indigo in der Urinküpe, zum Reinigen von Gemälden und lackirten Gegenständen, weil es blos den Schmutz auflöst, nicht aber so leicht wie Kali und Natron auch Firniß und Farben angreift, zur Befreiung der Keller von Koh-

1) Man verwechselte früher Ammoniaksalze mit Ammoniumoxydsalzen, bis man beobachtete, daß neutrale Ammoniaksalze 1 At. Wasser enthalten, welches nicht ohne Zersetzung des Salzes entfernt werden kann; ferner, daß die Ammoniaksalze mit 1 At. Wasser (jetzt wasserfreie Ammoniumoxydsalze genannt) mit dem wasserfreien Kalisalze derselben Säure isomorph sind.

lensäure, als Reagens auf Kupfer und zur Neutralisation überschüssiger Säuren, weil ein Ueberschuß leicht durch Wärme verflüchtigt.

Verbindungen. Die Ammoniumoxydsalze haben einen stechend salzigen Geschmack. In der Hitze verflüchtigen sie sich theils mit, theils ohne Zersetzung.

Ausmittlung. Man erkennt das freie, oder aus seinen Salzen durch eine stärkere Basis (Kali oder Aetzkalk) frei gemachte Ammoniak und Ammoniumoxyd 1. an seinem urinösen Geruch, 2. bläut es rothes Lackmuspapier schon in der Entfernung, aber nur vorübergehend, 3. bewirkt es bei Annäherung eines in eine flüchtige, aber nicht rauchende Säure getauchten Glasstabes weiße Nebel durch Bildung eines Ammoniaksalzes.

Das Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium oder Schwefelammonium, H_4N, S, HS ist eine farblose nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak riechende Flüssigkeit, welche durch Einwirkung der Luft bald gelb wird, indem Fünffachschwefelammonium, H_4N, S_5 entsteht.

Vorkommen. Es entwickelt sich bei der Fäulniß stickstoff- und schwe- Desinfection der Abtritte.
felhaltiger Stoffe, daher besonders in Abtritten. Der Geruch wird durch Eisenvitriol oder schwefels. Eisenoxydul (FeO, SO_3) zerstört, denn es entsteht schwefels. Ammoniak und Schwefeleisen, beide sind geruchlos. Gewöhnlich wird die Mutterlauge der Eisenvitriolfabriken und der Rückstand von der Chlorbereitung dazu benützt nebst Zusatz von Thon, Torf, Steinkohlenasche — oder bei freier Säure von Kalk — nebst Kohle. Die Erde giebt der Masse mehr Consistenz, damit sie sich besser transportiren und leichter im Boden vertheilen läßt, und die Kohle absorbirt die übrigen Riechstoffe außer dem Schwefelammonium. Auch Gyps wirkt ähnlich wie FeO, SO_3.

Darstellung. Man sättigt Ammoniak mit Schwefelwasserstoffgas.

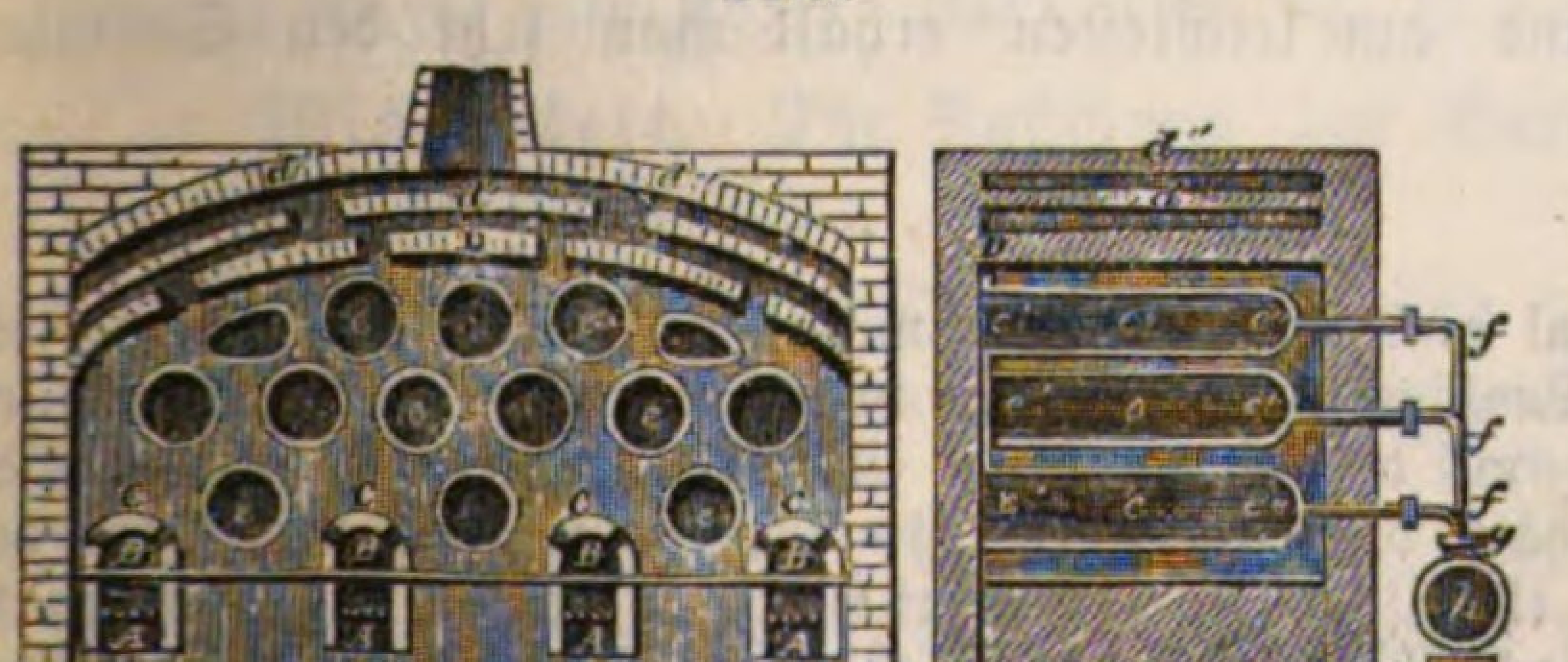
Wichtigkeit. Es dient in der Chemie zur Fällung der Schwermetalle, welche von Schwefelwasserstoff für sich nicht präcipitirt werden, nämlich Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink.

Das anderthalb kohlensaure Ammoniumoxyd, 2 H_4NO, 3 CO_2, 2 HO bildet kleine undeutliche Krystalle, riecht stark nach Ammoniak, löst sich in 2 Th. Wasser, bläut Lackmus und verwandelt sich an der Luft unter Abgabe von Ammoniak in doppelt kohlensaures Salz (H_4NO, $2CO_2$, HO).

Vorkommen. Es ist in sehr kleiner Menge ($^6/_{100000}$%) in der atmosphärischen Luft enthalten und entsteht aus dem Ammoniak und der Kohlensäure, die sich aus faulenden Thierkörpern entwickeln.

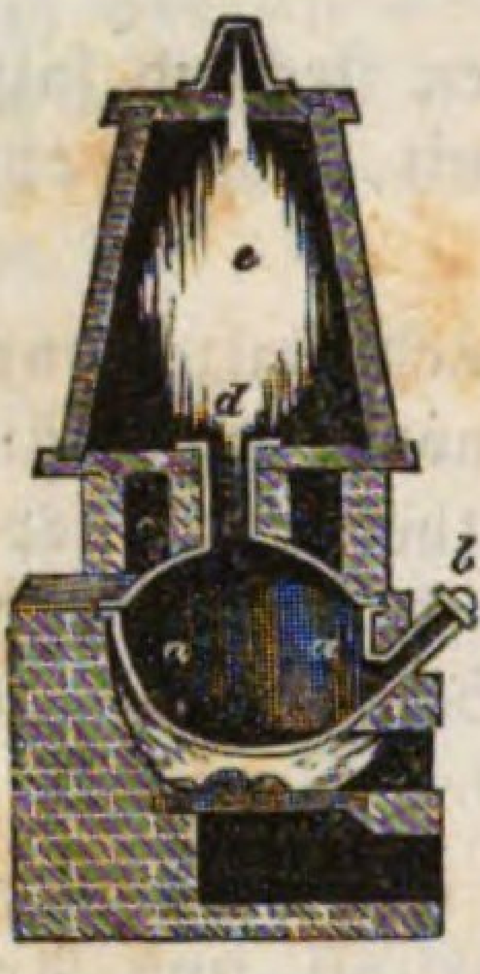
Darstellung. Man erhält es mit vielem stinkenden Brandöl verunreinigt bei der trocknen Destillation thierischer Abfälle, rein durch Sublimation von Chlorammonium mit kohlens. Kalk. Das unreine heißt Hirschhornsalz.

110.



Die 12 cylindrischen und 2 elliptischen Retorten mit den thierischen Stoffen werden von 4 Feuerungen B B B B geheizt, deren Wölbungen C C C C Löcher haben zur gleichmäßigen Vertheilung der Flamme. Der ganze Ofen hat 3 Wölbungen, wovon die unterste D 20, die mittlere d' nur 4 Zuglöcher enthält; die oberste d'' hat nur einen Canal, der in die Esse geht. Die Ableitungsröhren e'' f der Retorten gehen in ein Hauptrohr h, das am einen Ende geschlossen ist und am andern in mehrere mit einander in Verbindung stehende Tonnen führt.

111.



Um das braune und übelriechende Salz zu reinigen, sublimirt man es mit Thier- und Holzkohlenpulver gemengt aus einem eisernen Kessel a mit dem Einfüsrohre b in eine Vorlage aus Stein- oder Gußeisenplatten e. Ist die Rinde von kohlensaurem Ammoniak 1′ dick geworden, so nimmt man die Platten aus einander und hat nun einen hohlen Block von kohlensaurem Ammoniak, mehrere Centner schwer.

Wichtigkeit. Zur Darstellung der übrigen Salze, besonders des Salmiaks, zur Neutralisation wie das Aetzammoniak, zum Aufgehen der feinen Backwerke, weil es sich in der Wärme ganz verflüchtigt, und für die Ernährung der Pflanzen.

Salmiak. Das Chlorammonium oder der Salmiak [1]) H_4N, Cl krystallisirt ohne Krystallwasser in Oktaedern, gewöhnlicher aber in kleinen federartigen Nadeln, die sich biegen lassen, ohne zu zerbrechen, der sublimirte bildet strahlige Kuchen. Er ist wegen seiner Zähigkeit schwer zu pulvern und hat einen stechend salzigen Geschmack, aber keinen Geruch, löst sich in 3 Th. kaltem und 1 Th. warmem Wasser unter Kälteentwicklung. Beim Erhitzen verflüchtigt er sich ohne Zersetzung in dicken weißen Nebeln.

Vorkommen. Der Salmiak findet sich selten in der Natur, in den Kratern der Vulcane.

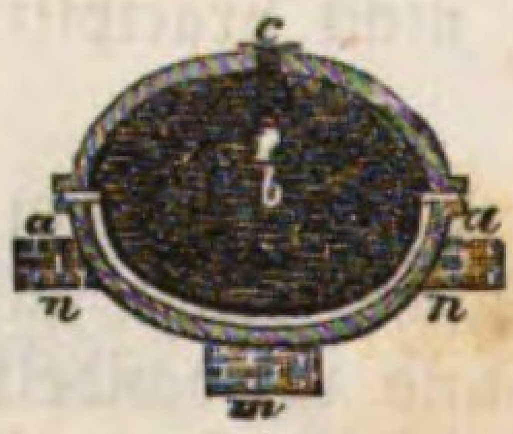
Darstellung. Man sättigt das durch trockne Destillation stickstoffhaltiger Körper oder bei der Leuchtgasbereitung aus den Steinkohlen erhaltene rohe kohlensaure Ammoniak mit Salzsäure: $2\,H_4NO, 3\,CO_2 + 2\,HCl = 2\,H_4N, Cl + 3\,CO_2 + HO$. Den braungefärbten, übelriechenden Salmiak reinigt man vom Brandöl, indem man ihn mit Kohle gemengt sublimirt.

112.



Man erhitzt ihn in großen gläsernen Ballonen. Der Salmiak verdampft und verdichtet sich oben im kälteren Theile der Ballone. Man erhält ihn, indem man die Gläser zerschlägt.

113.



Oder man stampft den rohen Salmiak in ein irdenes Gefäß b fest, welches in eine eiserne Kapelle a eingesetzt ist. Letztere ruht auf den Steinen m u n. Man erwärmt bis zur Verjagung des anhängenden Wassers, legt dann auf den Rand der Kapelle einen Ring von Lehm und drückt in diesen eine Haube von Blei ein, deren Oeffnung c lose mit einem Holzstabe verschlossen wird, und verstärkt das Feuer. Hat der Salmiakkuchen die gehörige Dicke erreicht, so nimmt man ihn aus der Haube und reinigt ihn mit einem Hobel von anhängenden Unreinigkeiten.

Oder man verwandelt das kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures durch Sättigen mit Schwefelsäure, oder durch wiederholtes Filtriren durch Gyps oder schwefels. Kalk. Man kocht die Auflösung mit Kochsalz, dadurch entsteht Chlorammonium und schwefelsaures Natron. Letzteres fällt größtentheils beim Abdampfen nieder, während der Salmiak erst beim Erkalten herauskrystallisirt. Zur Befreiung von Brandöl trocknet man ihn scharf, zur Reinigung von schwefelsaurem Natron wird er sublimirt.

In größter Menge und am leichtesten erhält man jetzt den Salmiak

---

1) Aus dem lateinischen Sal ammoniacum, ammonisches Salz, weil lange Zeit aller Salmiak aus der Landschaft Ammonium in Africa kam. Die Einwohner dieser heißen Gegenden, wo das Holz theuer ist, heizen mit getrocknetem Kamelmist. Der Ruß enthält viel Salmiak. Es entsteht zwar zuerst, wie bei der trocknen Destillation thierischer Körper überhaupt, kohlensaures Ammoniak, aber dieses wird durch das Chlor aus den salzhaltigen Nahrungsmitteln dieser Thiere zersetzt.

aus dem Ammoniakwasser der Gasanstalten. Man destillirt es mit Kalk und leitet die Dämpfe in Salzsäure, bis sie gesättigt ist. Die Lösung ist dann so stark, daß sie nur wenig Abdampfen erfordert und liefert vollkommen theerfreien, fast ganz weißen Salmiak.

Wichtigkeit. Der Salmiak dient zur Bereitung des Salmiakgeistes, als Arzneimittel, in der Färberei, besonders, um aus thonsauren und zinnsauren Alkalien die Thonerde und Zinnsäure niederzuschlagen, weil freie Säuren im Ueberschusse leicht auch die Thonerde und Zinnsäure wieder auflösen; die Alkalien bemächtigen sich nämlich des Chlors, und das Ammoniak entweicht, weil jene schwachen Säuren es nicht zu binden vermögen. Der Salmiak bildet mit Kupferchlorid durch Wasserzersetzung das kräftigste Oxydationsmittel für die Färberei. Er dient ferner als Reagens auf Platin, zur Fällung desselben und zur Verhinderung der Fällung verschiedener Basen wie Kalk, womit es Doppelsalze bildet, durch Ammoniak, mit Salpetersäure zur Darstellung der Zinncomposition, und beim Löthen und Verzinnen. Das Chlor des Chlorammoniums verwandelt nämlich das Metalloxyd in schmelzbares Chlorid, welches vom geschmolzenen Zinn leicht verdrängt wird. Ammoniak entweicht, was man am Geruche erkennt.

Das Jodammonium H_4N, I krystallisirt in Würfeln, ist in gleichen Theilen Wasser und in $4^1/_2$ Th. Weingeist löslich, zerfließt und zersetzt sich an der Luft unter Abscheidung von Jod, indem es sich gelblich und bräunlich färbt und Jodgeruch entwickelt, und muß daher in verschlossenen Gläsern aufbewahrt werden. Man erhält es durch Zersetzung von Schwefelammonium durch Jod. Durch Auflösen von Jod in Ammoniak entsteht Jodstickstoff, eine wegen der leichten Explodirbarkeit sehr gefährliche Verbindung. Es wird in der Photographie benützt.

Das Bromamonium H_4NBr krystallisirt in Prismen und ist sonst dem Jodammonium ähnlich. Es wird erhalten durch Auflösen von Brom in Ammoniakflüssigkeit, wobei kein Bromstickstoff entsteht, aber Stickstoff entweicht. Es dient gleichfalls zur Photographie.

Baryum.

Das Baryum Ba ist nur als das Radical des Baryts wichtig.

Der Baryt, Aetzbaryt oder die Schwererde, BaO, HO krystallisirt mit 8 Atomen Wasser in 6seitigen Prismen, löst sich in 20 Theilen kaltem und 3 Theilen kochendem Wasser, reagirt stark alkalisch, ist ätzend und giftig und zieht sehr bald Kohlensäure an, wodurch sich kohlensaurer Baryt als weißes unlösliches Pulver niederschlägt. Er ist stets Kunstproduct.

Darstellung. Man erhält ihn durch Zersetzung von Schwefelbaryumlösung mittelst Kupferoxyd, wobei Schwefelkupfer niederfällt und Aetzbaryt gelöst bleibt: $BaS + CuO = BaO + CuS$; oder durch Glühen von kohlensaurem Baryt mit Kohle: $BaO, CO_2 + C = BaO + 2\,CO$.

Wichtigkeit. Die Auflösung des Baryt (Barytwasser) dient als Reagens auf Kohlensäure.

Verbindungen. Die Barytsalze sind die schwersten aller leichtmetallischen Salze, haben einen salzigbitteren Geschmack. Mehrere ertheilen der Löthrohr- und Weingeistflamme eine gelbgrüne Farbe und alle sind giftig. Gegenmittel sind Glaubersalz (NaO, SO_3) oder Bittersalz (MgO, SO_3), wodurch schwefelsaurer Baryt entsteht, welcher wegen seiner Unlöslichkeit wenigstens langsamer wirkt als die übrigen Barytsalze.

Ausmittlung. Der freie Baryt und seine auflöslichen Salze bilden mit Schwefelsäure einen weißen, in Wasser und verdünnten Säuren unlöslichen Niederschlag. Die in Wasser unauflöslichen Salze löst man in Säuren, den schwefelsauren Baryt kocht man mit Sodalösung und digerirt den warm abfiltrirten Rückstand mit Salzsäure. Nämlich $BaO, SO_3 + NaO, CO_2 = BaO, CO_2 + NaO, SO_3$. — $BaO, CO_2 + HCl = BaCl + HO + CO_2$. Das entstehende auflösliche Chlorbaryum wird dann durch Schwefelsäure gefällt.

Der Niederschlag des schwefelsauren Baryts unterscheidet sich von schwefelsaurem Bleioxyd, daß er nicht wie dieses durch Schwefelwasserstoff schwarz wird. Kalk- und Strontiansalze geben ähnliche solche Niederschläge wie Baryt, aber die Kalkauflösungen werden nicht (wie die Lösung des Baryts), von Gypslösung (CaO, SO_3) und Strontian nicht (wie der Baryt) von einer Auflösung von schwefelsaurem Strontian gefällt.

Das Schwefelbaryum, BaS ist in reinem Zustand ein weißes Pulver, durch Beimengung von Kohle oder Eisenoxyd aber gewöhnlich grau oder röthlich. Die Auflösung wird an der Luft gelb, indem sich Baryt und Zweifachschwefelbaryum bildet. Es krystallisirt mit 6 At. Wasser in körnigen Krystallen. Es kommt nicht natürlich vor und wird erhalten, wenn man schwefelsauren Baryt, mit Kohle in einem Töpferofen glüht: $BaO, SO_3 + 4C = BaS + 4CO$. Es dient zur Darstellung des Aetzbaryts und der Barytsalze.

Der schwefelsaure Baryt oder der **Schwerspath**, BaO, SO_3 krystallisirt als Mineral in geraden rhombischen Säulen und Tafeln, künstlich dargestellt bildet er ein weißes Pulver und ist weder in Wasser, noch in einer Säure löslich. Er ist das am häufigsten vorkommende Barytsalz, entsteht bei vielen Zesetzungen als Nebenproduct und wird am gewöhnlichsten zur Darstellung dar übrigen Barytsalze und wegen seiner Schwere (4,4 spec. Gew.) als Zusatz zum Bleiweiß benützt, der künstlich dargestellte als weiße Malerfarbe statt Bleiweiß.

Permanentweiß. Er dient als Beständig- oder **Permanentweiß** (Blanc fixe); als Leimfarbe, welche an Deckkraft dem Bleiweiß nahe steht, dasselbe an Weiße aber noch übertrifft, durch Bürsten schönen Seidenglanz annimmt und gegen jede Einwirkung der Luft und des Schwefelwasserstoffs vollkommen unveränderlich bleibt. Als Oelfarbe deckt er wohl mit Zinkweiß, für sich aber schlecht. Für die Papierfabrikation dient er zur Ersparung an Lumpen, zertheilt sich feiner als Gyps, macht sehr weiß und wirkt gegen das Durchscheinen. Auch zum Appretiren von Leinwand und Baumwolle wird er benützt. (Vgl. Bleiweißsurrogate).

Der kohlensaure Baryt, BaO, CO_2 bildet als Mineral, Witherit genannt, eine strahlig krystallisirte Masse, künstlich dargestellt ein weißes, in Wasser nicht, wohl aber in Salpetersäure, Salzsäure und andern Säuren lösliches Pulver und dient, wo es vorkommt, namentlich in England als Rattengift, zur Darstellung der Barytsalze, und zur Darstellung des Aetzbaryts durch Glühen mit Kohle. Zur Sättigung der Schwefelsäure hat der kohlensaure Baryt den Vorzug vor dem kohlensauren Kalk, daß der entstehende schwefelsaure Baryt vollkommen unlöslich ist und sich schnell und vollkommen ablagert.

Der salpetersaure Baryt, BaO, NO_5 krystallisirt ohne Krystallwasser in Oktaedern, verpufft auf Kohlen nur schwach und löst sich in $12^1/_2$ Th. kaltem und 3 kochendem Wasser, kommt nicht natürlich vor und entsteht durch Versetzen des Schwefelbaryum mit Salpetersäure $BaS + HO + NO_5 = BaO, NO_5 + HS$. Er dient als Reagens auf Schwefelsäure und in der Feuerwerkerei zu hellgrünem Feuer. Schöner wird aber dessen Farbe mit chlorsaurem Baryt.

Das Chlorbaryum, $BaCl + 2HO$ krystallisirt in luftbeständigen Tafeln von unangenehm bitter salzigem Geschmack, löst sich in 3 Th. Wasser

und in wässrigem Weingeist, es kommt nicht natürlich vor und entsteht durch Versetzen von Schwefelbaryum mit Salzsäure BaS + HCl = BaCl + HS. Man benützt es noch häufiger als den salpetersauren Baryt als Reagens auf Schwefelsäure und in der Medicin. Es verhindert ferner die Fäulniß, ohne, wie Zinksalze, das Blut gerinnen zu machen.

Strontium.

Das Oxyd des Strontiums Sr oder der Strontian, SrO hat in seinen Eigenschaften und Verbindungen große Aehnlichkeit mit dem Baryt, unterscheidet sich aber davon hauptsächlich durch Folgendes.

Die Strontiansalze sind gleichfalls giftig, aber erst in der doppelten Menge wie die Barytsalze, ertheilen der Löthrohr- und Weingeistflamme eine schöne purpurrothe Flamme und werden nicht wie die Barytsalze von schwefelsaurer Strontianlösung und eben so wenig von chromsaurer Kalilösung gefällt.

Der schwefelsaure Strontian kommt natürlich in fasrig krystallinischen Massen von bläulicher Farbe vor, heißt daher **Cölestin** von coelestis himmelblau und ist etwas in (3600 Th. koch.) Wasser löslich.

Der kohlensaure Strontian wurde zuerst bei Strontian in Schottland gefunden und daher Strontianit genannt.

Das SrCl, 6 HO krystallisirt in langen nadelförmigen Krystallen, die an der Luft etwas feucht werden, löst sich in $^3/_4$ Th. kaltem und in jeder Menge von kochendem Wasser und in wasserfreiem Weingeist auf.

Der schwefelsaure Strontian dient als Reagens auf Baryt, der salpetersaure zu rothen Feuersätzen und das Chlorstrontium zur rothen Weingeistflamme.

Calcium.

Das Calcium ist das Metall oder Radikal der Kalkerde.

Die Kalkerde oder der Kalk, gebrannter Kalk, Aetzkalk, CaO ist eine weiße, erdige, unschmelzbare Masse, welche in heftiger Glühhitze stark leuchtet, schmeckt laugenartig scharf und ätzend, und zerstört thierische Gebilde. Beim Befeuchten mit Wasser erhitzt sich der Kalk stark und zerfällt unter Aufblähen zu Pulver, **gelöschter Kalk** oder Kalkhydrat, CaO, HO. Setzt man mehr Wasser hinzu, so entsteht zuerst ein schlüpfriger Brei, Kalkbrei und dann eine milchige Flüssigkeit, Kalkmilch. Erst mit 400 Th. kaltem Wasser bildet er eine klare Auflösung, und heißes Wasser braucht er hiezu 3mal so viel. Diese Auflösung oder das Kalkwasser zieht Kohlensäure aus der Luft an, wodurch ein Häutchen von kohlensaurem Kalk an der Oberfläche entsteht. Dasselbe fällt allmälig zu Boden, erneuert sich aber immer wieder, so lange noch Kalk im Wasser gelöst ist. Bei längerem Liegen an der Luft zerfällt auch der trockne Kalk endlich, indem er nicht blos Wasser, sondern auch Kohlensäure daraus aufnimmt, zu Pulver, das sich nicht mehr löschen läßt.

Man unterscheidet **fetten** und **mageren Kalk.** Ersterer ist reiner und bildet daher einen Brei, der sich schlüpfrig anfühlt; er braucht viel Wasser zum Löschen und bläht sich stark auf. Der Brei des mageren Kalks fühlt sich nicht so schlüpfrig an und hat als Mörtel weniger Bindekraft für den Sand. Er enthält 15 bis 30% fremde Stoffe, besonders Magnesia, Eisenoxyd und etwas Thon.

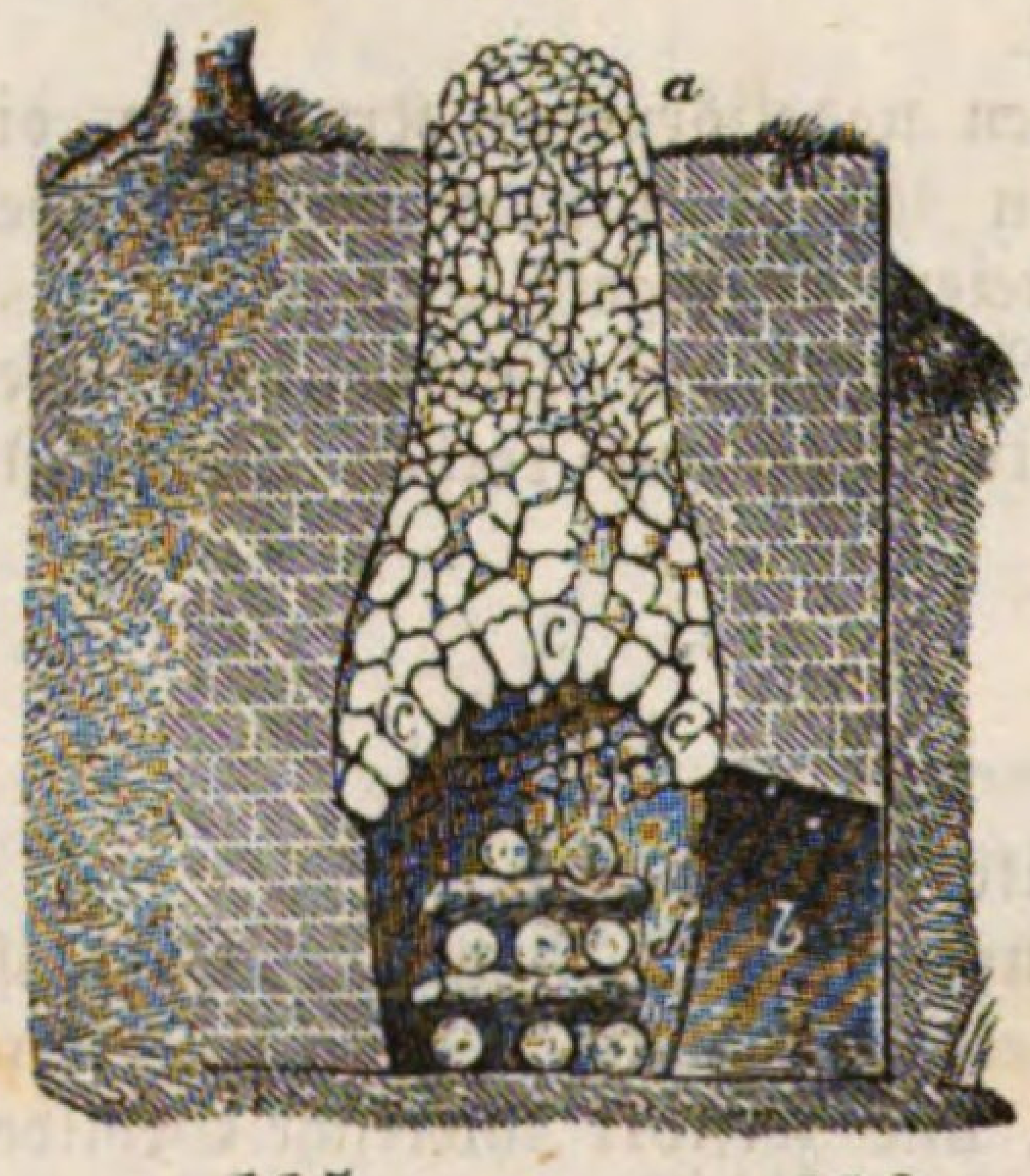
Vorkommen. Der Kalk kommt sehr häufig in allen 3 Naturreichen vor, jedoch nur gebunden, besonders an Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure.

Darstellung. Man erhält den Kalk durch das Brennen oder Glühen des kohlensauren Kalks, rein aus weißem Marmor in einem Schmelztiegel, zu Mörtel aus dem gewöhnlichen Kalkstein. Der Kalkstein verliert beim Brennen seine Kohlensäure und wird dadurch kleiner und fast um die Hälfte leichter. Brennt man einen Kalkstein zu stark, der viel kieselsaure Thonerde enthält, so verbindet sich ein Theil der Kieselsäure mit dem Kalk; er sintert zusammen, löscht sich nicht mehr und heißt dann **todtgebrannt**.

Das Brennen des Kalkes geschieht 1. in Meilern, 2. in Feldöfen und 3. in Kalköfen. Die Meiler werden auf ähnliche Weise wie die Kohlenmeiler errichtet und behandelt. Die Feldöfen sind den Meilern ähnlich. Man stellt die größeren Kalkstücke so zusammen, daß sie eine Zündgasse bilden und schüttet die kleineren darauf.

Die Kalköfen werden eingetheilt 1. in solche mit unterbrochenem Gange oder continuirliche und 2. in solche mit ununterbrochenem Gange, oder periodische.

114.

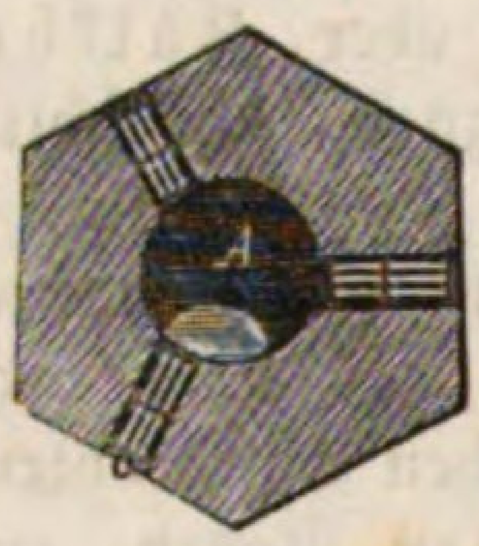


Die gewöhnlichsten Kalköfen bilden einen cylindrischen, conischen oder elliptischen Raum a aus starkem Mauerwerk, welches man der Festigkeit wegen, und um ebenso leicht zu seiner oberen Oeffnung (**Gicht**) a als zur Feuerung b gelangen zu können, in einen Hügel hineinbaut. Man stellt darin aus großen Steinen das nach der Heizöffnung d zu offene Gewölbe c c c zusammen, füllt dann den Ofen mit Kalksteinen bis zur Gicht, macht zuletzt eine schwache Decke von Kalksteingruß, heizt langsam an, damit die Steine nicht zerspringen und beendet das Brennen, wenn der Kalk stark leuchtet. Hierauf läßt man den Ofen erkalten, um den Kalk ausziehen und den Ofen frisch beschicken zu können. Die Oefen mit unterbrochenem Gange sind sehr zeitraubend, verzehren ungemein viel Brennstoff und brennen die Steine ungleich, d. h. die unteren zu stark und die oberen zu schwach.

Man hat daher jetzt häufig Oefen mit ununterbrochenem Gange. Man füllt einen nach oben sich erweiternden conischen Raum mit wechselnden Schichten von Kalkstein und Steinkohle und füllt jedesmal so viel Kalkstein nebst Kohle durch die Gicht nach, als man unten Kalk auszieht. Bei flammendem Brennmaterial (Holz oder Torf) heizt man von der Seite. Auf den Boden des Raumes A (32′ hoch) legt man Holz bis c (gegen 9′ hoch). Bis dieses verbrannt ist, hat sich der Ofen so stark erwärmt, daß ein guter Zug stattfindet. Man füllt ihn ganz mit Steinen, verschließt die Räume b b mit Thüren und heizt von 3 Feuerungen aus (wovon man hier nur zwei c c′ sieht) und zieht den Kalk alle 12 Stunden durch die 3 Oeffnungen o o′ aus. Durch den Abzugcanal l wird verhindert, daß dem Arbeiter, der im Raume b steht, die Hitze nicht zu lästig wird.

115. 116.





Proceß beim Brennen des Kalks.

Die Kohlensäure des Kalks entweicht in der Regel nicht als solche. Ihr Entweichen wird befördert, wenn sie in Kohlenoxyd verwandelt wird. Bei der Anwendung von Flammenfeuer ist die Flamme anfangs oxydirend, da nur eine Oxydationsflamme den Einsatz zur erforderlichen Temperatur erhitzt. Hierauf wird sie durch Schließen der Züge oder durch Auftragen einer Thondecke in eine Reductionsflamme verwandelt. Beim Schichten der Steine mit Steinkohle, wo diese mit dem Brennmaterial in unmittelbare Berührung kommen, wirkt die Heizung schon von Anfang reducirend.

Die Anwendung des Kalkes ist ungemein ausgedehnt. Am wichtigsten ist er

Luftmörtel. 1. wegen seiner Eigenschaft, mit Wasser eine breiartige Masse zu bilden, welche auf Steinflächen gut haftet und endlich selbst steinähnlich erhärtet. Er dient deshalb als **Mörtel** zur Verbindung der Steine beim Mauern und

zum Bewurfe derselben. Man unterscheidet Luft- und Wassermörtel. Ersterer erhärtet nur an der Luft, letzterer auch unter Wasser.

Der Mörtel trocknet an der Luft unter Aufnahme von Kohlensäure zur steinartigen Masse ein, wobei er stark schwindet und rissig wird. Um diesem Uebelstande vorzubeugen und um zugleich an Kalk zu sparen, versetzt man den Mörtel mit Sand. Der Sand hat also blos eine mechanische Wirkung. Kalksand leistet daher dasselbe wie Kieselsand.

Der Wassermörtel oder **hydraulische Kalk** erhärtet an der Luft sehr schnell, unter Wasser aber langsamer. Man brennt ihn aus Kalksteinen, welche 25% kieselsaure Thonerde und Eisenoxyd enthalten, wie der Mergelkalkstein, besonders der Knollenmergel, oder versetzt gewöhnlichen fetten Kalk mit gebranntem Thon, in welchem die Kieselsäure das Dreifache der Thonerde beträgt. Man macht ihn gleichfalls mit Wasser und Sand an. Beim Brennen verliert der kohlensaure Kalk seine Kohlensäure, so daß blos Kalk und kieselsaure Thonerde zurückbleibt, und die unlösliche Kieselsäure verwandelt sich in auflösliche. Er wird nach dem Brennen gemahlen. Beim Anmachen mit Wasser verbindet sich ein Theil der Kieselsäure des Thons mit einem Theil des Kalks zu einem in Wasser löslichen Kalkthonerdesilicat, der übrige Theil des Kalks verbindet sich mit der Kohlensäure der Luft zu kohlensaurem Kalk. Wassermörtel.

Gewöhnlicher Kalk wird durch geeigneten Zusatz von Thon und andern ähnlichen natürlich vorkommenden Substanzen, welche wesentlich aus kieselsaurer Thonerde mit Eisenoxyd bestehen, in hydraulischen Kalk umgewandelt. Solche Zusätze, wie der Traß am Niederrhein, die Puzzolane bei Neapel, die Santorinerde von der griechischen Insel Santorin, heißen natürliche Cämente. Künstliche Cämente dagegen nennt man fertige Wassermörtel, welche man durch Zusammenschmelzen von Thon mit Kalk erhält und gemahlen ohne weiteren Zusatz von Kalk mit Wasser anmacht. Es ist eine ähnliche Verbindung wie die Kieselfeuchtigkeit, nur ist das basisch kieselsaure Kali in Wasser auflöslich, die basisch kieselsaure Kalkthonerde aber nicht. Da jedoch die unlösliche Kieselsäure durch das Schmelzen mit überschüssigem Kalk in die lösliche Abänderung übergegangen ist, welche auf nassem Weg chemisch wirksam ist, so nimmt die Verbindung Wasser auf, krystallisirt und erhärtet dadurch zu einer zeolithartigen, steinharten Masse. Die natürlichen Cämente enthalten gleichfalls lösliche Kieselsäure, sie verlieren aber durch Glühen ihre Wirksamkeit, weil die Basis nicht überschüssig ist und daher die Kieselsäure unlöslich wird. Die künstlichen Cämente dagegen entstehen erst durch Glühen, weil hier die Basis vorwaltet und die Kieselsäure löslich macht. Der beste künstliche Cäment war lange Zeit der englische Roman-Cäment, ist aber jetzt fast ganz verdrängt durch den Portlandcäment. Cäment.

Man unterscheidet in der Praxis wohl zwischen hydraulischem Kalk und Cäment. Man versteht unter hydraulischem Kalk einen Kalk, der nur unter Wasser hält, an der Luft aber nach einigen Jahren zerfällt, unter Cäment dagegen denjenigen, der eben so wohl an der Luft, als unter Wasser hält. Dabei erhärtet der Cäment nicht blos schneller, sondern auch weit stärker, kommt aber theuerer und wird daher nicht wie der gemeine hydraulische Kalk für gewöhnliche Wasserbauten, sondern in der Regel als Verputz für feuchte Wände, als Kitt für Steinröhren und Wassergefäße über der Erde und zur Herstellung von Trögen, Rinnen, Dachziegeln u. s. w. benützt. Unterschied zwischen Cäment und hydraulischem Kalk.

Der hydraulische Kalk enthält weit mehr Kalk als der Cäment und bei dieser großen Menge Basis verwandelt sich die Kieselsäure schon bei schwächerer Hitze in die lösliche Abänderung. Das Material zum Portlandcäment enthält viel weniger Kalk, die Umwandlung der Kieselsäure erfordert deshalb eine höhere Temperatur, die Masse muß bis zum Sintern oder Schmelzen erhitzt werden. Der hydraulische Kalk dagegen darf gar nicht sintern, die kleine Menge der Kieselsäure würde sich dann schon im Feuer mit so viel Kalk verbinden, daß ein überbasisches Silicat entsteht, welches kein Wasser aufnimmt, also auch nicht erhärtet, während sich die Kieselsäure bei schwacher Erhitzung noch nicht im Feuer mit Kalk verbindet, sondern erst beim Zutritt des Wassers. Die überbasische Verbindung entsteht, wie es scheint auf nassem Wege nicht, sondern der Ueberschuß des Kalks ward von der erhärtenden Masse blos mechanisch gebunden.

Die Silicate werden durch die Kohlensäure der Luft zersetzt und dadurch ihr Zusammenhang zerstört. Der Cäment wird beim Erhärten durch seinen großen Gehalt an Silicat so dicht, daß die Luft nicht eindringen kann und nur auf seine Oberfläche wirkt, der gemeine Wassermörtel dagegen bildet bei seinem geringen Gehalt an Silicat eine poröse Masse, in welche die Luft leicht eindringt, das Silicat in der ganzen Masse zersetzt und dadurch ihren Zusammenhang aufhebt. Er kann daher nur unter Wasser von Dauer sein.

Mit Käse, Eiweiß oder Leim bildet der Kalk einen steinharten, sehr fest haftenden Kitt.

2. Der Kalk ist die billigste unter den freien alkalischen Basen. Er dient daher zum Enthaaren in der Gerberei, überhaupt zur schnellen Zerstörung faulender Stoffe, z. B. in Abtritten oder von gefallenem Vieh bei Seuchen, zum Kalken der Felder, um den Humus auflöslich zu machen oder Unkraut und Insecten zu zerstören, zum Anstellen der Blauküpen in der

Färberei, zur Fabrikation des Glases, zum Schmelzen der Metalle, zur Fällung und Neutralisation verschiedener Salze, zur Entwicklung des Ammoniaks; zur Raffination des Rohzuckers, weil er mit dem Farbstoff eine unlösliche Verbindung bildet.

3. Wegen seiner Verwandtschaft zur Kohlensäure dient der Kalk zur Darstellung der Aetzlauge, besonders in der Seifensiederei, als Reagens auf Kohlensäure, zur Befreiung gewisser Räume, z. B. der Gährungskeller von Kohlensäure, und um die Kohlensäure von andern Gasarten, z. B. Leuchtgas oder Kohlenoxydgas zu trennen.

Der Kalk dient ferner als weiße Tüncherfarbe, zum Putzen und Poliren der Metalle (Wienerkalk), zum Entwässern des Weingeistes und zu Drummonds Licht. Auch gegen Verbrennungen hat er sich wie alle alkalischen Substanzen nützlich erwiesen.

Schädlich kann der Kalk werden, besonders durch die beim Löschen entwickelte Hitze, welche bei größeren Massen, wenn kein überschüssiges Wasser vorhanden ist, bis zum Glühen steigt. Dadurch können sich brennbare Körper, wie Holz, Schwefel, Schießpulver u. s. w. entzünden, daher z. B. das Entzünden von Schiffen beim Eindringen des Wassers und von Kalkwägen im Regenwetter.

Die ätzende Eigenschaft des Kalkes für den Organismus ist nicht blos bei innerlicher Anwendung, sondern auch für die äußere Haut von Nachtheil, die schädliche Wirkung des Kalkdunstes neugeweißter oder gebauter Räume ist bekannt.

Verbindungen. Die Salze des Calciums haben einen bitteren, stechenden Geschmack, ähnlich dem der Barysalze. Einige davon zerfließen an der Luft.

Ausmittlung. Oxalsäure schlägt den freien und gebundenen Kalk auch noch aus sehr verdünnten Auflösungen als oxalsauren Kalk in Form eines weißen Pulvers nieder, welches zwar wie die übrigen von Oxalsäure erzeugten Niederschläge in stärkeren Säuren, nicht aber in Essigsäure auflöslich ist.

Schwefelcalcium. Das Einfachschwefelcalcium oder die Kalkschwefelleber, CaS ist ein in Wasser (gegen 500 Th.) schwerlösliches weißes Pulver, welches man wie das Schwefelbaryum erhält und in der Medicin und zur Hahnemann'schen Weinprobe benützt. Das Doppelschwefelcalcium CaS_2 entsteht, wenn man Kalkhydrat mit Schwefel und Wasser kocht, und Fünffachschwefelcalcium, wenn man Einfachschwefelcalcium mit Schwefel und Wasser kocht. Letzteres dient bei Bleichereien zum Beugen, da es wohlfeiler ist als Pottasche. Das Calciumoxysulfuret oder basisches Schwefelcalcium $3CaS,CaO$ ist die unlösliche Verbindung, welche bei der Sodafabrication entsteht.

Das Schwefelwasserstoffschwefelcalcium CaS, HS ist nicht in fester Form, sondern blos als Auflösung bekannt, entsteht als Nebenprodukt im Reinigungsapparate der Gasbereitungsanstalten und wird nicht blos statt Aetzkalk beim Gerben zum Enthaaren der Häute, sondern auch von einigen Secten zur Abnahme der Barthaare benützt statt des Schwefelarsenikschwefelcalciums, welche unter dem Namen Rhusma durch Mengen von Auripigment und Kalkhydrat bereitet wurde. Ersteres zerstört blos die Haare, nicht aber zugleich die Oberhaut, ohne dabei giftig zu sein.

Der kohlensaure Kalk, CaO, CO_2 kommt in der Natur krystallisirt

vor in Rhomboëdern als Kalkspath, in 6seitigen Prismen als Arragonit, krystallinisch körnig als weißer Marmor, dicht als Kalkstein und bunter Marmor, erdig als Kreide u. s. w., er ist unschmelzbar, verliert aber beim Erhitzen die Kohlensäure, in reinem Wasser ist er nicht löslich, wohl aber in kohlensäurehaltigem als doppelt kohlensaurer Kalk, setzt sich aber an der Luft, oder beim Erhitzen durch Verdunsten der Kohlensäure wieder als einfach kohlensaurer Kalk ab. Dadurch entsteht der Tropfstein in den Kalkhöhlen, der Sprudelstein in den Karlsbader Quellen und der Kesselstein in Kochgefäßen.

Vorkommen. Er findet sich nicht blos im Mineralreich, wo er als Kalkstein ganze Gebirgszüge bildet, sondern auch im Thierreiche, besonders in den Knochen niederer Thiere, besonders in den Muschel-, auch in Eierschalen, selten im Pflanzenreich, aber als Hauptbestandtheil der Holzasche.

Darstellung des kohlensauren Kalkes ist nicht nöthig, man benützt die reineren Arten des Mineralreichs, besonders weißen Marmor und Kalkspath; ziemlich rein ist auch die Kreide.

Wichtigkeit. Der kohlensaure Kalk hat wegen vieler hervorragenden Eigenschaften bei seiner großen Verbreitung und Billigkeit eine außerordentlich häufige Anwendung in Künsten und Gewerben.

Wegen seiner Beständigkeit gegen die Einwirkung von Luft und Wasser dient der dichte Kalkstein als Baustein zu Fundamenten und zum Wasserbau, und, wo keine härteren Steine vorkommen, auch zum Chausseebau und als Pflasterstein, ferner zur Darstellung des Aetzkalks, als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze, zur Glasfabrikation, zum Kalken der Felder, der in Platten brechende sogenannte lithographische Stein zur Lithographie und zum Platten der Fußböden; der körnige Kalk oder carrarische Marmor zur Bildhauerei, zur Darstellung von reinem Kalk und der Kohlensäure; die Kreide zum Schreiben, Zeichnen, Anstreichen und Putzen, sie ist das billigste Neutralisationsmittel, welches im Ueberschusse nicht die eingreifenden Wirkungen der Alkalien, namentlich für organische Stoffe hat, und überall anwendbar ist, wo kein Niederschlag das Hauptprodukt ist, weil es diesen bei seiner Unlöslichkeit leicht verunreinigen könnte, daher z. B. zum Sättigen der Beizen zum Türkischroth; sie dient ferner zum Glaserkitt und in England zum Kalkbrennen; der Mergel zum hydraulischen Kalk und zur Verbesserung der Felder.

Kalksteine mit $3^1/_2 - 4^1/_2$ % Thon können als Bausteine im Freien dienen, ohne zu leiden; von 5—12% Thon taugen sie nur zu Riegelwänden oder überhaupt nur im Innern von Bauten, für Wasserbauten aber nur da, wo sie immer unter Wasser bleiben; über 12% Thongehalt macht die Anwendung schon höchst zweifelhaft, mit 15% Thon zerfallen sie bald, besonders bei wechselnder Temperatur und verwittern zu Mergelerde, was bei denen von 25—30% Thon schon nach wenig Tagen geschieht.

Die Lithographie besteht darin, daß man bei der erhabenen Manier die Schrift oder Zeichnung mit einer fettig harzigen Kreide oder Tinte aus Wachs, Wallrath, Seife, Schellack und Ruß aufträgt (vgl. S. 45) und dann mit sehr verdünnter Salpetersäure den Stein ätzt, wodurch die Zeichnung erhaben erscheint. Bei der vertieften Manier bestreicht man die Platte mit schwarzer Farbe, die mit Gummiwasser angemacht ist, radirt die Zeichnung darauf, reibt sie mit Druckerschwärze ein und wäscht dann die Gummifarbe wieder ab; oder man ätzt die mit fettig harzigem Aetzgrund bestrichene Platte mit Scheidewasser, wäscht dann mit Terpentinöl ab und schwärzt die vertieften Stellen ein.

Der kohlensaure Kalk kann auch nachtheilig werden und zwar als Verunreinigung des Wassers. Man theilt das natürlich vorkommende Wasser nach dem Kalkgehalte ein in **hartes** und **weiches**, weil sich in ersterem Hülsenfrüchte nicht weich kochen lassen. Nur das harte wird von Seifengeist (Seifenauflösung in Weingeist) getrübt, indem unlösliche Kalkseife entsteht. Kalkhaltiges Wasser.

Nach der Abstammung theilt man das Wasser nach der stufenweisen Zunahme der Reinheit in Meer-, Mineral-, Brunnen-, Fluß- und Regenwasser. Die verschiedenen Arten des Wassers.

Das Meerwasser enthält viel Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaures Natron, Chlorcalcium, kohlensauren Kalk und Kohlensäure.

Mineralwasser heißen die Quellen, welche einen so starken Gehalt an Gasen oder Salzen besitzen, daß sie einen auffallenden Geschmack haben. Man benützt sie daher nicht als gewöhnliches Getränk, sondern als Heilmittel oder Salzsoolen. Sie werden nach ihrem vorwaltenden Bestandtheil eingetheilt und benannt.

Das gewöhnliche Quell- oder Brunnenwasser enthält etwas freie Kohlensäure, die ihm seinen erfrischenden Geschmack ertheilt, sonst schmeckt es fade, ferner sauren kohlensauren Kalk, etwas kohlensaure Magnesia, schwefelsauren Kalk und organische Substanzen, die es zur Fäulniß geneigt machen, oft auch etwas schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium, bisweilen etwas kohlensaures Eisenoxydul, salpetersauren Kalk und salpetersaures Kali.

Das Flußwasser enthält wenig Kohlensäure und daher auch in der Regel weniger kohlensauren Kalk, aber mehr schwefelsauren Kalk, Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia und ist durch aufgeschwemmte Thontheile getrübt.

Das Regen- oder Schneewasser enthält, auch bei reinlichem Auffangen, organische Staubtheile, Ammoniak, Kohlensäure und Salpetersäure, das von Dächern abgelaufene enthält Kalk, schwefelsaure und Chlorverbindungen.

Reinigung des Wassers zu verschiedenen Zwecken.

Der Kalkgehalt des Wassers ist beim Waschen nachtheilig, weil er die Seife gerinnen macht, beim Ausziehen organischer Stoffe, wie in der Bierbrauerei und Färberei, weil sich der Kalk in der organischen Masse ablagert und dadurch ihre Durchdringung und Erweichung von Wasser verhindert. Man entfernt daher den kohlensauren Kalk durch längeres Stehenlassen an der Luft, durch Kochen desselben für sich oder mit sehr wenig Alaun [1]).

Zum Zwecke des Färbens entfernt man gewöhnlich den kohlensauren Kalk durch Aetzkali, den Gyps durch Pottasche und vorhandenes Eisen durch phosphorsaures Natron.

Der kohlensaure Kalk verstopft nicht selten allmälig die Röhren der Wasserleitungen. Steckt man streckenweise eiserne Propfen in die Bleiröhren, die man wieder herausnehmen kann, so schlägt sich der kohlensaure Kalk auf diese nieder.

Am schädlichsten ist aber der Kalkgehalt des Wassers für die Dampfkessel. Der kohlensaure Kalk bildet eine feste Kruste an den Kesselwänden, **Kesselstein.** Dadurch heizt sich der Dampfkessel immer schwerer, weil die Kruste ein schlechterer Wärmeleiter ist, als Eisen. Eben deshalb erhitzt sich letzteres weit über den Kochpunkt des Wassers und selbst bis zum Glühen. Dadurch verbrennt der Kessel stellenweise. Bisweilen zerspringt die Kruste; bringt nun das Wasser durch den Riß auf das glühende Eisen, so wird plötzlich so viel Dampf gebildet, daß der Kessel berstet.

Man kennt bis jetzt noch kein genügendes Mittel zur Verhütung und

---

1) Schwefelsaurer Kalk und Thonerde schlagen sich nieder. Ihre Ausscheidung geschieht aber nur beim Kochen vollkommen, nicht aber bei gewöhnlicher Temperatur. Man hat auch für die Bierbrauerei Kochen mit Kleie empfohlen. Das Bier soll jedoch einen unangenehmen Nebengeschmack davon erhalten. Man zieht daher auch hiezu die Reinigung mit Alaun vor, da die Quantität des schwefelsauren Kali's, welches dabei gelöst bleibt, zu klein ist, um sie am Geschmacke zu erkennen.

Beseitigung des Kesselsteins.. Am häufigsten wendet mau immer noch die mechanische Beseitigung an, allein sie ist zeitraubend und theuer. Man hat daher viele chemische Mittel versucht. Säuren sind nicht anwendbar, weil sie das Metall angreifen. Holz und andere organische Körper, auf welche sich der kohlensaure Kalk niederschlägt, haben sich als ungenügend erwiesen, ebenso Soda [1]) und Gerbstoff (Catechu), welche den Kalk als Schlamm niederschlagen. Salmiak zersetzt sich mit dem kohlensauren Kalk in 2 auflösliche Salze: Chlorcalcium und kohlensaures Ammoniak, allein er kommt bei großem Kalkgehalt zu theuer, und bei hinreichendem Zusatz aller dieser Substanzen steigt überdies das Wasser beim Sieden und verursacht ein Speien des Kessels, was ihre Anwendung bei Locomotiven meistens verbietet. Das stärkste Speien bewirkt ein Zusatz von Syrup oder Melasse.

Am zweckmäßigsten ist daher die Reinigung des Wassers vor der Benützung. Man versetzt dasselbe mit so viel Kalkwasser, als zur Bindung aller freien Kohlensäure hinreicht. Der 2fach kohlensaure Kalk liefert mit dem freien Kalk einfach kohlensauren Kalk, den man vor der Benützung des Wassers ablagern läßt.

Weit seltener als der kohlensaure verursacht der schwefelsaure Kalk Kesselstein. Dieser müßte nach Beseitigung des ersteren durch Soda oder Chlorbaryum gefällt werden.

Roher Holzessig dem Wasser in so kleiner Menge zugesetzt, daß das Wasser kaum Lackmus röthet, soll den Kesselstein verhüten, ohne das Eisen anzugreifen.

Man bezeichnet den Kalkgehalt des Wassers im gewöhnlichen Leben häufig mit **„Salpeter"**, wahrscheinlich von den salpeterähnlichen Mauerüberzügen, welche kalkhaltiges Wasser bildet.

Das Meerwasser hat durch seinen starken Salzgehalt, besonders an Bittererdesalzen einen so abstoßend bitteren Geschmack, daß es Brechen erregt und daher auch in der größten Noth für einige Zeit völlig ungenießbar ist. Die Destillation wird durch die große Menge des nöthigen Brennmaterials erschwert. Man kann aber die zum Kochen der Speisen nöthige Heizung mit benützen. Allein oft kann wegen heftigen Sturmes oder Mangels an Leuten nicht gekocht werden.

Beim Destilliren des Meerwassers zersetzt sich durch die Hitze das Chlormagnesium desselben, Salzsäure geht über und löst von dem Metalle des Destillirapparates auf. Man kann dies aber verhüten, wenn man das Chlormagnesium durch kohlensauren Kalk zersetzt. $MgCl + CaO,CO_2 = MgO,CO_2 + CaCl$.

Das destillirte Wasser schmeckt jedoch wegen des Mangels an Luft und Salzen fade. Man bringt es daher durch eine Flügelwelle mit Luft in Berührung und setzt etwas Auflösung von kohlensauren Kalk in kohlensaurem Wasser zu. Man hat aber in neuerer Zeit Apparate mit Circulation eingerichtet, wo das Wasser mit sehr geringem Aufwand an Brennstoff, bei möglichst niedriger Temperatur und mit Luftzutritt destillirt, so daß man es frei von organischen Stoffen und sogleich mit Luft gesättigt erhält.

Kleine Mengen von Salz sind für die Benützung des Wassers nicht nachtheilig und für Gegenstände, welche, wie Gemüse, Zwiebeln u. dgl., nicht ausgezogen, sondern nur weich gekocht werden sollen, muß das Wasser sogar vor dem Kochen gesalzen werden, wenn sie Geschmack und Geruch nicht verlieren sollen.

Von nicht aufgelösten, oder mechanischen Unreinigkeiten befreit man das Wasser mittelst Filtriren durch Sand, Kies, Filtrirsteine (ein lockerer Sandstein) und Kohle. Uebrigens entziehen die porösen Körper dem Wasser auch die aufgelösten Stoffe.

Die mechanische Trübung des Wassers von unaufgelösten Stoffen hellt sich durch bloses Absetzen aus. Das Absetzen erfordert jedoch in der

---

1) Soda bildet mit dem doppelt kohlensauren Kalk einfach kohleusauren Kalk und doppelt kohlensaures Natron, welches durch weiteres Erhitzen wieder zu einfach kohlensaurem Natron wird und dieses wiederholt seine Wirkung. Die Soda wäre sonach das billigste Kesselsteinmittel, weil sie nur einmal angeschafft werden muß und dann für alle Zeit in Wirksamkeit bleibt. Allein Versuche haben gezeigt, daß sie bei Weitem nicht allen Kalk als Schlamm absetzt, sondern einen großen Theil davon Kesselstein bilden läßt. Auf Gyps wirkt Soda übrigens nur vorübergehend.

Regel wegen der Leichtigkeit der darin schwebenden Theile sehr viele Zeit. Ein kleiner Zusatz von Alaun zu solchem Wasser vermindert die Adhäsion desselben zu den schwimmenden Substanzen so sehr, daß er das Aushellen des Wassers beträchtlich beschleunigt [1]). Wo das nicht angeht, wie z. B. beim Trinkwasser, filtrirt man durch Quarzsand.

Kohlenfilter (Plastische Kohle.)

Sehr ausgedehnte Anwendung haben die Kohlenfilter gefunden, welche unter dem Namen **plastische Kohle, Filtrirbälle** oder **Taschenfilter** anfangs blos im Kleinen, später aber auch im Großen benützt wurden [2]).

Es sind hohle Kugeln oder Cylinder aus locker verbundener pulverisirter Thierkohle, der, wie es scheint, die Knochenerde größtentheils durch Salzsäure entzogen ist. Wahrscheinlich ist die Kohle durch irgend ein Bindemittel, z. B. Stärkekleister zum plastischen Teig angemacht, geformt, getrocknet, zwei Halbkugeln durch dasselbe Bindemittel zusammengeklebt und dann die Masse ausgeglüht.

Bringt man die Kohle in Wasser, so daß der in dieselbe eingekittete Gummischlauch (mit Hornspitze mit oder ohne Hahn) heberförmig aus dem Gefäße herabhängt, so fließt das filtrirte Wasser in vollem Strahl vollkommen klar und geschmacklos ab. Im Großen sind mehrere hohle Kohlenscheiben über einander auf eine hohle Säule gereiht. Aus dem obersten steigt ein Gummischlauch bis über den Wasserspiegel und dient als Luftrohr. Werden die Apparate in Flüsse oder Teiche gesenkt, so umgiebt man die Filtersäule zur Abhaltung von Schlamm mit einem durchlöcherten Kasten, den man mit Thierkohle oder Kies füllt. Für tiefer liegende Wässer verbindet man die Filtersäule mit Pumpen. Verstopft sich die Kohle, so bläst man Wasser von innen durch und bürstet sie von außen ab.

Der schwefelsaure Kalk, Ca,SO_3 erscheint in wasserfreiem Zustand, als Anhydrit in geraden rectangulären Säulen, in wasserhaltigem, als **Gyps**, CaO,SO_3HO in schiefen rectangulären Säulen, auch fasrig, erdig und körnig, künstlich dargestellt bildet er ein weißes, fasrig krystallinisches Pulver, ist fast geschmacklos, löst sich in 500 Th. kaltem und 460 kochendem Wasser auf. Ueber 92° R. erhitzt, verliert er sein Krystallwasser und erhält dadurch die Eigenschaft Wasser begierig einzusaugen und damit unter Volumvergrößerung zu erhärten. In stärkerer Hitze schmilzt er zum weißen Email. Obgleich er beim Brennen nur $^3/_4$ seines Gewichtes Wasser verliert, bildet er doch noch mit 2 Th. Wasser eine harte Masse, weil die entstehenden Gypskrystalle das übrige Wasser mechanisch einschließen. Allein er bindet nur $^1/_4$ seines Gewichtes Wasser chemisch, das Uebrige mechanisch. Das Letztere verdunstet und je größer die Menge desselben war, um so poröser und weicher ist die Masse.

Vorkommen. Der schwefelsaure Kalk findet sich in der Natur nicht sehr häufig als Anhydrit, sehr reichlich aber als Gyps, der krystallinisch blättrige unter dem Namen Fraueneis, der körnige und dichte als Alabaster.

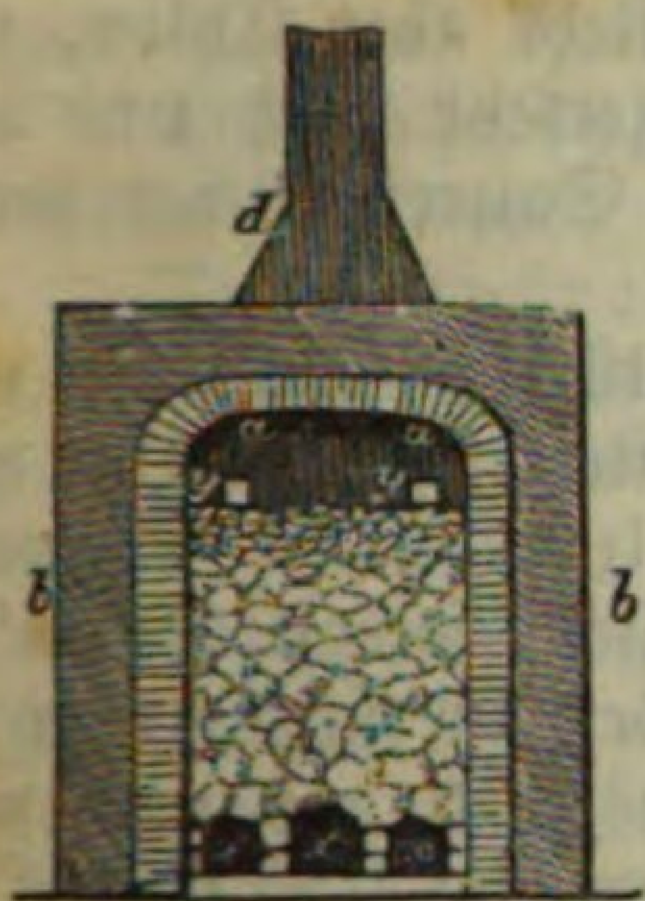
Darstellung. Er wird bei vielen Gelegenheiten als Nebenproduct erhalten, aber man benützt in der Regel nur den natürlich vorkommenden. Beim Brennen wird er entweder vorher oder nachher zu Pulver gemahlen und nicht viel über 92° R. erhitzt, denn bei 106° sintert er zusammen und bindet dann so wenig wie Anhydrit das Wasser. Wahrscheinlich ist ersteres die amorphe, letzteres die krystallinische Abänderung des wasserfreien schwefelsauren Kalkes. Der Gyps ist am besten, d. h. er erhärtet am schnellsten, wenn er noch $^1/_4$ seines Wassers enthält.

---

1) Enthalten die schwimmenden Thontheile kohlensauren Kalk, so kann auch die Fällung von Thonerde aus dem Alaun durch den kohlensauren Kalk zur Klärung beitragen, indem die Thonerde die trübenden Theile einschließt und mit sich niederreißt.

2) Die plastische Kohle liefert u. A. Theodor Bette in Berlin.

117.



Für feinere Arbeiten wird er als Pulver in einem Metallkessel unter Umrühren gebrannt, bis er nicht mehr aufwallt und eine darüber gehaltene Glastafel nicht mehr mit Wasserdampf beschlägt. Im Großen brennt man ihn in ganzen Stücken in eigenen Oefen.

Sie bestehen aus einem vierseitigen von 3 Mauern eingeschlossenen überwölbten Raum. Man baut aus den größeren Gypsstücken die Canäle x x x von vorn nach hinten und hört mit den kleinsten Stücken nach oben auf. Das in x angezündete Feuer zieht durch die Steine nach den Maueröffnungen y y in die Esse d.

Wichtigkeit. Vermöge seiner Eigenschaft mit Wasser schnell zu erhärten und sich dabei etwas auszudehnen, ist der gebrannte Gyps bei seiner Billigkeit besonders wichtig zum Gießen von Figuren, zum Abformen von Medaillen, zum Eingypsen und Kitten. Da er beim Festwerden auch ohne Sand nicht rissig wird, so dient er als feiner Bewurf für trocken stehende Wände, steht aber darin dem Kalk nach, daß er theurer ist und für feuchte Orte nicht paßt, weil er Wasser ansaugt und daher im Winter gefriert.

Ein Mörtel aus gebranntem Gyps, gelöschtem Kalk, feinem Sand und Wasser, der langsamer erhärtet als gewöhnlicher Gypsmörtel, dient zu Verzierungen auf Kalkbewurf. Mit Leimwasser angemacht und mit verschiedenen Farbstoffen gemengt bildet er den Gypsmarmor oder **Stuck**, der nach dem Erhärten mit Bimsstein geschliffen, mit Oel und Tripel polirt wird. Wird er so wenig gebrannt, daß er nur langsam erhärtet, so ist er sehr bildsam und dient (als **Sparkalk**) zu Verzierungen und Fußböden und wird beim Austrocknen sehr hart. Gypsplatten dienen auch zum Trocknen von Niederschlägen.

Der Gyps wird auch durch Alaun und Borax gehärtet. Man rührt gebrannten Gyps mit Alaunlösung an, trocknet, brennt nochmals und macht ihn abermals mit Alaunlösung an. Er erhärtet so schnell wie gewöhnlicher Gyps, ist aber so hart und durchscheinend wie Marmor und Alabaster, und heißt **Marmorcäment**. Mit Borax gehärteter Gyps heißt **Pariancäment**. Durch Tränken mit Stearinsäure oder Paraffin erhält der Gyps ein elfenbeinartiges Aussehen. Härten des Gypses.

Die Formen zum Gießen sind häufig selbst von Gyps mit einer Salbe aus Oel und Seife getränkt, oder man übergießt den abzuformenden Gegenstand mit einer heiß concentrirten mit Syrup versetzten Leimlösung, schneidet die erkaltete plastische Masse in passende Stücke und bindet sie dann zu einer hohlen Form zusammen, in welche man den Gyps gießt. Schmutzige Gypsabgüße reinigt man am besten mechanisch durch Bürsten oder Abreiben mit Papier, in Vertiefungen mit einem spitzen Zeichnungswischer, weil chemische Waschmittel auf so porösen Substanzen zu schnell verschluckt werden.

In ungebranntem Zustande dient er zum Gypsen der Felder, auf denen Klee und andere Leguminosen, wie die Hülsenfrüchte, gebaut werden, weil diese zur Bildung des Legumins oder Pflanzenkäsestoffes besonders Schwefel nöthig haben. Durch die Verwesung der organischen Reste im Boden wird der Gyps zu Schwefelcalcium desoxydirt und durch Wasser wieder zersetzt in Kalk und Schwefelwasserstoff. Letzterer wird von den Pflanzen aufgenommen. Nach einer anderen Ansicht fixirt er das kohlensaure Ammoniak: $CaO,SO_3 + H_3N,CO_2 = CaO,CO_2 + H_3N,SO_3$. Nach einer dritten fixirt er die Kalisalze des Düngers, indem er schwerlösliche Salze damit bildet. Der Alabaster wird zu Bildhauerarbeiten benützt. Auch zur Porzellanmasse wird der Gyps verwendet und unter dem Namen Annalium als Zusatz zum Papier, welches bis $^1/_5$ davon aufnehmen kann, ferner als Reagens auf Sauerkleesäure und zur Unterscheidung der Kalksalze von den Strontiansalzen.

Der unterchlorigsaure Kalk, CaO,ClO ist ein wesentlicher Bestandtheil des Chlorkalks. Der **Chlorkalk** ist ein weißes Pulver von chlorähnlichem Geruche, wird an der Luft feucht, löst sich in Wasser nur theilweise, die Lösung entwickelt am Tageslicht, sowie durch Kochen und Berührung mit organischen Körpern Sauerstoff unter Bildung von Chlorcalcium. Setzt man allmälig nur so viel mit 20 Th. Wasser verdünnte Schwefelsäure

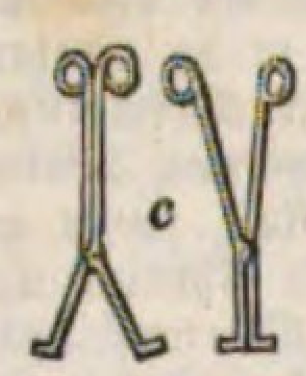
zu, daß sie blos den Kalk des unterchlorigsauren Kalkes sättigt, so entwickelt sich unterchlorige Säure, durch überschüssige Säure entsteht aber Chlor, weil dann auch das im Chlorkalk vorhandene Chlorcalcium zersetzt wird und auch Chlor entwickelt, während sein Calcium sich mit dem Sauerstoff der unterchlorigen Säure zu Kalk verbindet. (Vgl. S. 61).

Darstellung. Der Chlorkalk kommt nicht natürlich vor und wird erhalten, wenn man Chlor auf pulvriges Kalkhydrat leitet. Das Chlor wird in den Sodafabriken entwickelt, wenn man das Kochsalz nebst der Schwefelsäure noch mit Braunstein versetzt. Ein Theil Kalk giebt seinen Sauerstoff an Chlor zu unterchloriger Säure, das Calcium verbindet sich mit einem andern Theil Chlor und die unterchlorige Säure mit dem Kalk, der noch nicht zersetzt ist, zu unterchlorigsauren Kalk. $2CaO + 2Cl = CaCl + CaO,ClO$. Eine vollkommene Sättigung tritt jedoch nur bei Gegenwart von Wasser ein. Bei trocknem Kalkhydrat bleiben 2 At. Kalkhydrat unverändert und bilden zunächst mit dem Chlorcalcium ein basisches Salz, nehmen aber bald Kohlensäure aus der Luft auf und auch der unterchlorigsaure Kalk wird allmälig durch dieselbe zersetzt, so daß zuletzt nichts zurückbleibt als kohlensaurer Kalk und Chlorcalcium. Letzteres macht das Pulver feucht, indem es Wasser aus der Luft anzieht. Frisch bereiteter Chlorkalk ist also ein Gemenge aus 1 At. unterchlorigsaurem Kalk, 1 At. Chlorcalcium und 2 Atomen Kalkhydrat.

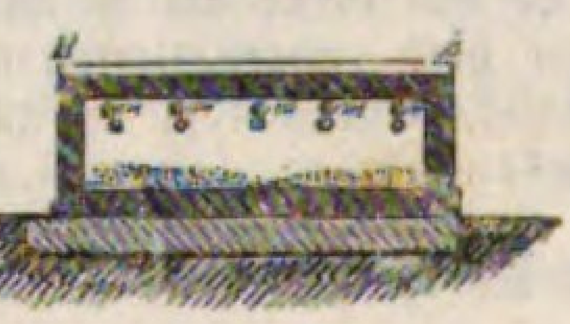
118.



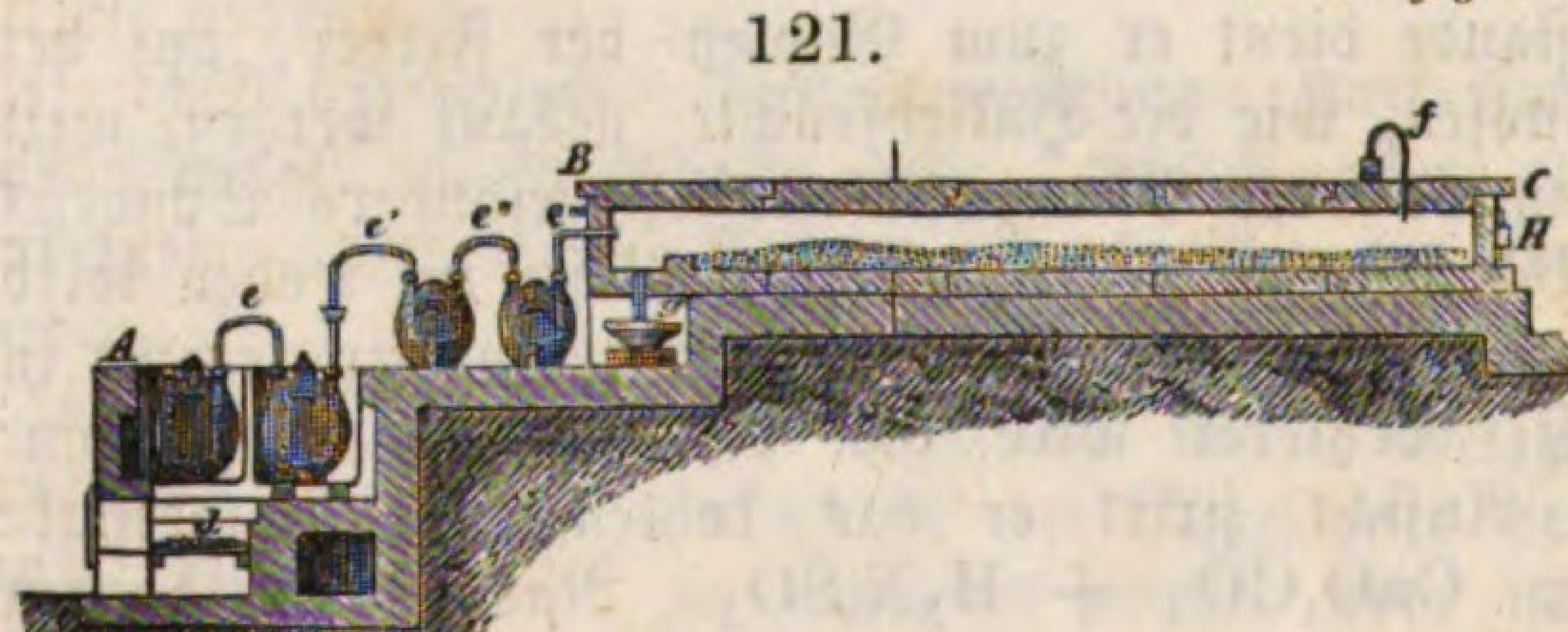
119.



120.



121.



In zwei oder mehrere Ballone von Glas oder Steinzeug A mit Salzsäure gefüllt, werden die durchlöcherten Cylinder a eingehängt. Letztere haben oben 2 größere Löcher, um sie mit der Zange c wieder herausnehmen zu können und sind mit Braunsteinstücken gefüllt. Der Deckel b wird auflutirt. Die Ballone stehen auf Backsteinen in gußeisernen Kesseln und werden durch schwaches Feuer d (etwa von Torf), durch Dampf, oder durch ein Bad von Wasser, Chlorcalcium oder Manganchlorür erhitzt. Das Chlorgas geht durch die Bleiröhren e vom ersten ins zweite Entwicklungsgefäß, durch e′ e″ in die Kühlgefäße und durch die 5 Oeffnungen e‴ bei B Fig. 120 in den Absorptionsapparat BC Fig. 121, eine Kammer 3′ hoch und 12′ lang aus Platten von Steingut oder einem passenden Stein mit Asphaltkitt zusammengefügt oder nöthigenfalls auch damit überzogen. Er ist 9″ hoch mit Kalkhydrat gefüllt. Bei g bildet ein Querstück eine Art Rinne, damit Wasser und Salzsäure, deren Dämpfe, besonders bei zu starkem Feuer mit übergehen, sich verdichten und hier abfließen.

Wichtigkeit. Der Chlorkalk dient zum Bleichen, wozu man ihn häufig dem freien Chlor vorzieht, weil beim Chlorkalk der Bleichprozeß besser zu leiten ist, als bei freiem Chlor; ebenso zur Luftreinigung besonders bei ansteckenden Krankheiten und zur Beförderung des Keimens der Samen.

Um ihn auf seinen Chlorgehalt zu prüfen, löst man eine bestimmte Menge arseniger Säure in verdünnter Salzsäure, färbt sie durch einen Tropfen Indigtinctur blau und setzt nun so lange Chlorkalklösung von bestimmtem Gehalte zu, bis die blaue Farbe verschwindet. Je weniger Chlorkalk hiezu hinreicht, desto besser ist er. So lange nämlich arsenige Säure da ist, zersetzt das entwickelte Chlor das Wasser, es entsteht Salzsäure und Arsenik-

säure, und erst, wenn alle arsenige Säure vollständig oxydirt ist, bleibt das Chlor frei und bleicht.

Die phosphorsaure Kalkerde kommt in mehreren Verbindungsverhältnissen vor.

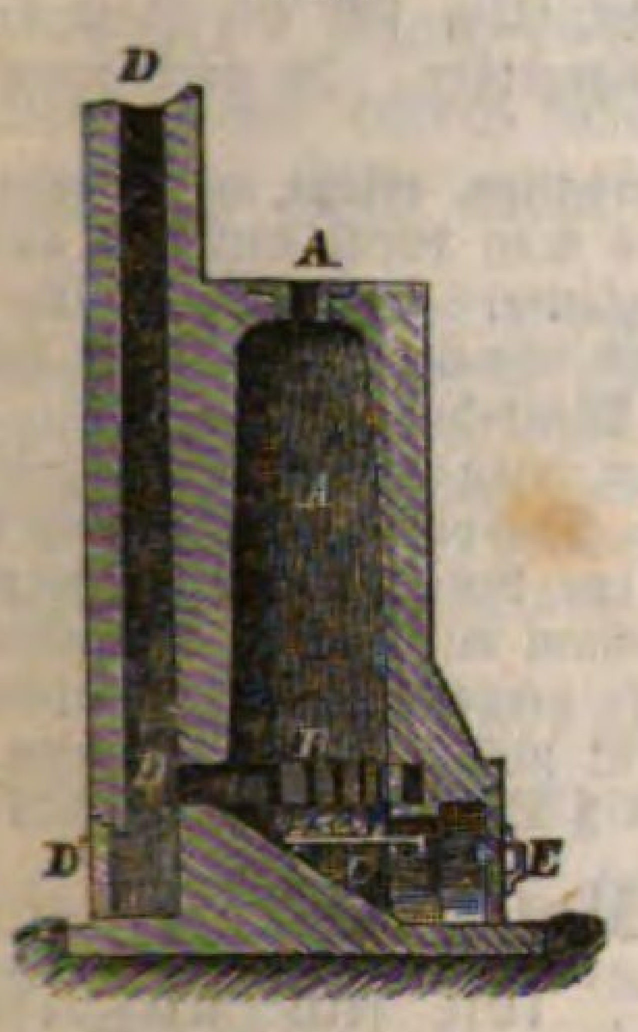
Die neutrale, $2CaO,PO_5$ ist das weiße Pulver, welches man durch Fällen von Chlorcalcium mit krystallisirtem phosphorsaurem Natron erhält, sie ist in Wasser nicht, wohl aber in Säuren löslich und hat keine Anwendung.

Die basische, $3CaO,PO_5$, Knochenerde, Knochenasche. Aussehen und Auflöslichkeit sind wie bei der neutralen Verbindung. Sie kommt im Mineralreich vor als Phosphorit, bildet nebst etwas kohlensaurem Kalk als Knochenerde den Hauptbestandtheil der Knochen. Man erhält sie durch Calciniren oder Verbrennen der letzteren. Sie dient zur Darstellung des Phosphors und des Milchglases, zum Poliren, und zum Ausfüttern der Kapellen für Gold- und Silberproben.

Weißbrennen der Knochen.

Die Darstellung der Knochenasche oder der weißgebrannten Knochen besteht in einer Verbrennung oder Einäscherung der organischen Theile, so daß blos die phosphorsaure Kalkerde übrig bleibt. Um dabei den unerträglichen Geruch für die Nachbarschaft zu vermeiden, muß man für vollkommene Verbrennung der organischen Theile und der daraus entwickelten Gase sorgen, wodurch zugleich viel Brennmaterial gespart wird. Man erreicht dies am besten durch den Ofen von Payen.

122.



Man macht anfangs etwas Holzfeuer auf den Rost C, schließt, sobald dies lebhaft brennt, die Thüre E und zündet in der Oeffnung D' des Camins D einige Hand voll Hobelspähne an, damit der Zug recht stark und die nöthige Luft von A' angesaugt wird. Sobald D' wieder geschlossen ist, zieht die Flamme aus dem Feuerraum durch B in einen runden Canal und von da nach D. Nun füllt man den cylindrischen Ofenraum A durch die obere Oeffnung oder Gicht A' mit Knochen, schließt A' und zieht die Querstäbe heraus, welche den Rost tragen. Die Knochen fallen nach C; man zieht sie bei E aus, schließt E wieder und füllt den Ofen frisch durch A'. Das Brennen geht also unausgesetzt fort, und wenn der Ofen so weit angeheizt ist, um die ersten Knochen zu entzünden, so bedarf es keines andern Brennmaterials als der organischen Substanz der Knochen.

Man kann auch die Knochen mit Salzsäure ausziehen, den rückständigen Faserstoff (Knochenleimleder) auf Leim benützen und die salzsaure Lösung mit kohlensaurem Ammoniak fällen, wodurch eine Auflösung von Chlorcalcium und Chlorammonium und ein Niederschlag von phosphorsaurem Kalk entsteht, der sich besonders gut zur Darstellung des Phosphors eignet.

Knochenmehl. Dämpfen der Knochen. Kalk-Superphosphat.

Zur Herstellung von **Knochenmehl** als Dungmittel werden die Knochen nicht weiß gebrannt, um die werthvollen Bestandtheile Leim und Fett als Nebenproducte zu gewinnen, sondern nur gedämpft, d. h. in einem geschlossenen Kessel der Einwirkung von gespannten Wasserdämpfen ausgesetzt. Dadurch wird Leim und Fett ausgezogen. Die Knochen sind jetzt mürbe und werden nun zu Pulver gestampft oder gemahlen. Das Knochenmehl, welches nach Behandlung mit Schwefelsäure von 1,60 spec. Gew. sauren phosphorsauren Kalk enthält, ist unter dem Namen **Superphosphat** bekannt.

Die zweifach phosphorsaure Kalkerde, CaO,PO_5, bildet schuppige Krystalle, zerfließt an der Luft, schmeckt sauer und schmilzt zum halbdurchsichtigen, in Wasser unauflöslichen Glase. Man erzeugt sie bei der Darstellung des Phosphors aus phosphorsaurem Kalk durch Schwefelsäure.

Das Chlorcalcium, $CaCl$ ist eine weiße, fasrige Masse von eckelhaft salzig bitterem Geschmack, schmilzt in der Glühhitze, wird an der Luft schnell feucht und zerfließt. Es löst sich in Wasser mit Erwärmung und krystallisirt daraus als $CaCl, 6HO$ in 4- und 6 seitigen Prismen, die sich in Wasser unter starker Kälteentwicklung lösen.

Vorkommen. Es findet sich im Meerwasser, in Soolen und manchen Mineralwassern.

Darstellung. Man erhält es als Nebenproduct bei der Ammoniakbereitung.

Wichtigkeit. Das geschmolzene Chlorcalcium dient wegen seiner Wasseranziehung zur Entwässerung des Weingeistes, auf den es weniger zersetzend

einwirkt als Aetzkalk, zum Trocknen mancher Gase und anderer Körper. Die Auflösung dagegen hält andere Körper feucht, z. B. die lithographischen Platten, so daß sie keine Schwärze annehmen, das Holz der Mastbäume, so daß es elastisch bleibt, manche Farben, damit sie dunkler aussehen. Das krystallisirte Chlorcalcium dient zu Frostmischungen.

Die wasseranziehende Kraft der englischen Schwefelsäure kommt zwar der des geschmolzenen Chlorcalciums ganz gleich, allein in vielen Fällen ist die Anwendung eines festen Körpers bequemer als die einer Flüssigkeit.

Das Fluorcalcium oder der Flußspath, CaF krystallisirt in farblosen oder verschieden gefärbten Würfeln und Oktaedern, leuchtet beim Erhitzen im Dunkeln, ist in Wasser unlöslich, entwickelt mit Schwefelsäure Fluorwasserstoffsäure, schmilzt bei starker Glühhitze zu weißem Email, findet sich als Mineral und in sehr kleiner Menge im Schmelz der Zähne. Es dient zur Darstellung der Fluorwasserstoffsäure und als Flußmittel beim Ausschmelzen der Metalle.

Magnesium.

Das Magnesium, Mg ist blättrig oder feinkörnig krystallinisch, silberweiß, von 1,75 spec. Gew. und von der Härte des Kalkspaths, geschmeidig, läßt sich zu Blech walzen und zu dünnem Draht ziehen, ist an trockner Luft unveränderlich, überzieht sich aber an feuchter Luft mit weißem Oxyd, schmilzt nahe der Schmelzhitze des Zinks, verbrennt bei stärkerem Erhitzen mit blendend weißem Licht, läßt sich wie Zink destilliren, wird von kaltem Wasser langsam und auch von siedendem nur wenig angegriffen. In verdünnten Säuren löst es sich leicht unter Entwicklung von Wasserstoff.

Es kommt nur gebunden als Magnesiasalz in der Natur vor. Um es zu erhalten, erhitzt man wasserfreies Chlormagnesium mit Natrium. Das wasserhaltige Chlormagnesium, welches man durch Auflösen von Magnesit in Salzsäure erhält, zersetzt sich beim Abdampfen in Magnesia und Salzsäure. Das Chlorkaliummagnesium, KCl, 2MgCl, 12HO dagegen läßt sich ohne Zersetzung abdampfen und schmelzen und findet sich als Mineral unter dem Namen Carnallit rein und reichlich bei Staßfurt bei Magdeburg.

Das Magnesium kann zur Erzeugung eines starken Lichtes dienen, indem man Draht allmälig in eine Flamme führt. Es wirkt nicht so vorübergehend wie die Verbrennung von Phosphor in Sauerstoff und erfordert keine besonderen Apparate wie Knallgas. Es eignet sich besonders zur Aufnahme von Photographien an dunkeln Orten. Durch die Darstellung von Legirungen des Magnesium mit andern Metallen hat man den Preis der Beleuchtung auf ein Drittel ermäßigt, ohne ihrer Stärke großen Abbruch zu thun und hat dieselbe auch für Bergwerke empfohlen. Die Legirung von 1 Th. Zink und 2 Th. Magnesium, brennt leicht und etwas bläulich, 1 Z. und 3 M. brennt grün, 1 Strontium und 3 M. roth.

Die Magnesia, Talkerde oder Bittererde, MgO. Sie ist ein weißes, sehr lockeres, geschmack- und geruchloses Pulver, löst sich äußerst schwer in (5142 Th.) Wasser und ist vollkommen unschmelzbar und feuerbeständig. Mit Wasser verbindet sie sich ohne Wärmeentwicklung zum Hydrat, das allmälig Kohlensäure aus der Luft anzieht.

Vorkommen. Sie kommt in der Natur gewöhnlich nur gebunden vor, besonders an Kohlensäure, Schwefelsäure und Kieselsäure.

Darstellung. Man glüht kohlensaure Magnesia gelinde, aber anhaltend.

Wichtigkeit. Die MgO gehört, obgleich unter den alkalischen Erden die schwächste, dennoch als alkalische Erde, im Allgemeinen zu den stärksten Basen, und zeichnet sich unter diesen aus durch ihre fast völlige Unauflöslichkeit in Wasser und durch die Leichtlöslichkeit ihres schwefelsauren Salzes. Sie ist daher wichtig zur Sättigung von Säuren, wo der Ueberschuß einer auflöslichen Basis nachtheilig werden kann, ätzend und zerstörend auf organische Körper wirkt, z. B. bei Abscheidung der Pflanzenalkalien aus ihren Salzen, als Arzneimittel bei Anhäufung von Magensäure, oder bei Vergiftung durch Säuren, wo sie den Vorzug vor der kohlensauren Magnesia hat, da letztere durch die entwickelte Kohlensäure die kranken Organe belästigt. Sie dient ferner als Gegengift des Arseniks, indem sie mit der arsenigen Säure leicht eine unlösliche Verbindung bildet, während die kohlensaure Magnesia nur langsam davon zersetzt wird. Auch wegen ihrer Unschmelzbarkeit dient sie

als Zusatz bei Darstellung feuerfester Gefäße. Als Bodenbestandtheil ist die Magnesia wichtig als Nahrungsmittel der Pflanzen, da namentlich die Getreidesamen große Mengen von phosphorsaurer Magnesia enthalten. (Vgl. kohlensaure Magnesia).

Verbindungen. Die Magnesiasalze zeichnen sich durch einen bitteren Geschmack aus.

Ausmittlung. Die Salze der Magnesia bilden mit basisch phosphorsaurem Ammoniak einen weißen flockigen Niederschlag, der bald krystallinisch wird. In freiem oder gebundenem Zustand mit salpetersaurem Kobaltoxyd geglüht erscheint eine fleischrothe Färbung.

Thonerde wird dadurch schön blau, Zinkoxyd schön grün, Zinnoxyd blaugrün, Antimonoxyd schmutzig grün. Andere weiße Pulver werden blos schwarz oder grau von schwarzem Kobalthyperoxyd.

Kohlensaure Magnesia. Die neutrale, MgO,CO_2 kommt selten im Mineralreich als Magnesit vor, gewöhnlich als weiße erdige Masse, bisweilen in Rhomboedern. Mit kohlensaurem Kalk bildet sie als Bitterkalk oder Dolomit, $CaO,CO_2 + 3\,(MgO,CO_2,HO)$ ganze Gebirgszüge. Die basische Verbindung, $MgO,HO + 3\,(MgO,CO_2,HO)$, die sogenannte **Magnesia alba**, ist wie die reine Magnesia ein weißes, feines, sehr lockeres Pulver. Man erhält sie durch heiße Fällung einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia durch Soda oder Pottasche und läßt den Niederschlag ausfrieren, um ihn noch mehr zu lockern.

Billiger erhält man sie aus Dolomit. Man brennt denselben vorsichtig, um ihn leichter fein pulvern zu können, löscht ihn, macht ihn mit Wasser zur dünnen Milch an und leitet die Kohlensäure hinein, welche beim Brennen einer zweiten Portion Dolomit entweicht. So lange sich nicht alle Magnesia als doppelt kohlensaure Magnesia aufgelöst hat, wird kein Kalk gelöst. Man läßt den kohlensauren Kalk setzen, zieht die Lösung der doppelt kohlensauren Magnesia ab und erhitzt sie zum Sieden, wodurch die überschüssige Kohlensäure entweicht und reine basisch kohlensaure Magnesia in lockerem Zustande niederfällt.

Sie besitzt unter allen Bodenbestandtheilen die Fähigkeit Wasser anzuziehen und zurückzuhalten in höchstem Grade, kann daher in größerer Menge der Vegetation nicht förderlich sein, in geringerer dagegen nur günstig wirken. Sie dient ferner in der Medicin, besonders als säuretilgendes Mittel, wo die Entwicklung der Kohlensäure nicht schadet. Sie kommt nämlich billiger als die reine Magnesia, welche aus der kohlensauren erzeugt wird. Außerdem dient sie zur Darstellung der übrigen Magnesiasalze.

Die schwefelsaure Magnesia oder das Bittersalz, $MgO,SO_3,7HO$ kommt gewöhnlich in nadelförmigen Krystallen vor, löst sich in 2 Th. kaltem Wasser, ist luftbeständig, wird aber bei einem Gehalt von Chlormagnesium feucht und hat einen bitteren Geschmack, schmilzt beim Erwärmen im Krystallwasser und hinterläßt das wasserfreie Salz. Sie findet sich in den Bitterwasserquellen (Saidschitz, Seidlitz und Püllna in Böhmen und Epsom in England) gelöst, in einigen Salzsoolen und im Meerwasser, welchem sie nebst dem Chlormagnesium den bitteren Geschmack ertheilt. Man erhält sie gewöhnlich durch Abdampfen der Bitterwasser oder durch Zersetzung des Magnesits oder Serpentins (kieselsaure Magnesia) mittelst Schwefelsäure. Sie dient als Purgirmittel, zur Darstellung der kohlensauren Magnesia, als Reagens auf Phosphorsäure, und zur Unterscheidung der doppelt kohlensauren Alkalien von einfach kohlensauren, weil sie nur von letzteren gefällt wird.

Aluminium.

Das Aluminium, Al ist graulich weiß, von der Farbe des Zinks, von 2,5 spec. Gew., ungefähr von der Härte des Feinsilbers, von starkem

Klang, ziemlich biegsam, von feinkörn. Bruch, hämmerbar, wie Gold und Silber in dünne Blätter, aber nur zu dickem Draht ausziehbar. Es hält sich an der Luft unverändert; erträgt selbst Glühhitze ohne starke Oxydation und schmilzt bei 560° R. Es löst sich in Salzsäure und Kalklauge leicht unter Entwicklung von Wasserstoff auf und wird selbst von kochendem Wasser langsam oxydirt. Salpetersäure dagegen greift es weder kalt noch warm, weder verdünnt, noch concentrirt an.

Vorkommen. Es findet sich nur gebunden, hauptsächlich als Thonerde in der Natur.

Darstellung. Man erhält es durch Reduction von Chlornatrium-Aluminium mittelst Natrium. Zu ersterem braucht man reine Thonerde, welche man früher aus Ammoniakalaun darstellte. Dieselbe war jedoch weder völlig rein, noch billig. Man bereitet sie daher jetzt aus einem Thonerdehydrat, welches in Südfrankreich (bei Toulon) vorkommt und Baurit heißt. Es enthält etwas Eisenoxyd und nur 3% Kieselsäure. Man befreit dasselbe leicht von Eisen und Kieselsäure, indem man es mit Soda erhitzt. Es entsteht Natron-Aluminat, welches sich in Wasser auflöst und Eisenoxyd, Kieselsäure und Natron-Thonerdesilicat zurückläßt. Ersteres wird durch Kohlensäure in kohlensaures Natron zersetzt, welches sich auflöst und Thonerde fällt nieder. Dasselbe kann wieder benützt werden. Die Thonerde wird durch Calciniren entwässert, mit Chlornatrium und Kohle gemengt und mit Chlor behandelt, wodurch Chlornatrium-Aluminium entsteht. Dasselbe wird mit Natriumstücken und mit Kryolith (Fluornatrium-Aluminium) als Flußmittel gemengt, da dieser leicht schmilzt und keinen Sauerstoff enthält und in einem Flammofen erhitzt. Der Preis des Aluminium steht bis jetzt, lediglich wegen der Anwendung des Natrium zu seiner Reduction, noch über dem des Silbers. Man hat daher angefangen, das Natrium durch Zink zu ersetzen. Die letzten Reste des beigemischten Zinks werden durch Weißglühen verflüchtigt.

Wichtigkeit. Wegen seiner Leichtigkeit, Haltbarkeit an der Luft und der Unschädlichkeit seiner Verbindungen mit Sauerstoff und Säuren, dient es zu Schmuckwaaren, Brillengestellen, Stockknöpfen, zu Helmen, Kürassen, Säbelscheiden und -Griffen, zu kleinen Gewichten, Schlüsseln, chirurgischen und mathematischen Instrumenten, Dosen, Löffeln, Gabeln, vielen ähnlichen Gegenständen und zu mehreren Legirungen. Es eignet sich aber nicht zu Münzen, weil sein Werth nicht in der Seltenheit des Vorkommens, sondern nur in der Darstellungsweise liegt und durch Oxydation oder Auflösung völlig verloren geht.

Das Oxyd des Aluminium, die Thonerde oder Alaunerde, Al_2O_3 findet sich selten frei im Mineralreich als Corund und mehreren Abänderungen desselben (Sapphir, Rubin, Diamantspath, Smirgel) in Rhomboedern und ist nach dem Diamant der härteste Körper. Künstlich dargestellt ist sie ein weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, das nur im Knallgasgebläse schmilzt, in starken Säuren erst nach längerer Digestion und in Wasser gar nicht löslich ist.

Vorkommen. So selten die Thonerde in freiem Zustande natürlich vorkommt, so häufig findet sie sich gebunden, besonders an Kieselsäure, wie im Thon und vielen andern Mineralien.

Die Darstellung der Thonerde im Großen gehört zur Fabrikation des Aluminium, im Kleinen fällt man den Alaun mit Soda. Die Schwe-

felsäure verbindet sich mit Natron, die Kohlensäure aber entweicht, weil die Verwandtschaft zwischen einer so schwachen Basis wie die Thonerde und einer so schwachen Säure, wie die Kohlensäure, zu gering ist. Das gefällte Thonerdehydrat, Al_2O_3, 3HO wird durch Glühen von Wasser bereit, enthält aber etwas Alkali.

Wichtigkeit. Die natürlich vorkommenden Krystalle der Thonerde sind wegen ihrer Schönheit und Seltenheit als Edelsteine geschätzt, den Smirgel benützt man wegen seiner Härte zum Schleifen und Poliren von Edelsteinen, Glas und Metallen. Die künstlich dargestellte Thonerde dient zur Darstellung des Aluminium und das Thonerdehydrat wegen seiner ausgezeichneten Anziehung zu den Farbstoffen, zur Darstellung der Lackfarben und bildet ebenso das Bindungsmittel der Farbstoffe, wenn man Alaun als Beizmittel beim Färben der Zeuge anwendet. In der Zuckerfabrikation hat es statt Blut und Knochenkohle Anwendung gefunden, indem es die doppelte Wirkung der Klärung und Entfärbung vereinigt.

Verbindungen. Die Thonerde bildet nicht blos als Basis Salze mit Säuren, sondern sie kann sich mit starken Basen auch als Säure verbinden. Letztere heißen **Aluminate**. Erstere zeichnen sich aus durch einen süßlichen, hintennach zusammenziehenden Geschmack.

Ausmittlung. Man löst die freie Thonerde in Säure auf, die natürlich vorkommende verwandelt man durch Zusammenschmelzen mit Soda in ein Aluminat und löst dies in Wasser. Die Auflösung der Thonerde in Säuren wird durch Kali und Natron — die Auflösung in Kali und Natron durch Säuren gefällt, aber in beiden Fällen durch einen Ueberschuß des Fällungsmittel wieder aufgelöst. Die alkalische Lösung der Kieselsäure wird zwar von concentrirten Säuren ebenso gefällt, aber in einem Ueberschusse derselben nicht wieder aufgelöst.

Wenn nämlich das Alkali der Thonerde die Säure entzieht, oder wenn ihr die Säure das Alkali entzieht, so ist sie als freie Thonerde unauflöslich. Sie ist aber ebenso in überschüssigem Alkali als in überschüssiger Säure löslich, indem sie sich gegen eine starke Basis (Alkali) wie eine Säure und gegen eine starke Säure, wie eine Basis verhält, und mit beiden bildet sie auflösliche Salze, nämlich thonsaures Alkali oder schwefelsaure Thonerde u. s. w.

Ammoniak ist als Basis stark genug, um einem Thonerdesalze die Säure zu entziehen, aber nicht stark genug, daß sich die Thonerde wie eine Säure zum Ammoniak verhalte; sie wird daher von einem Ueberschuß desselben nicht aufgelöst. Umgekehrt kann die Thonerde gegen schwache Säuren auch nicht als Basis auftreten. Wenn man zu einem Thonsalz kohlensaures Kali setzt, so wird die Kohlensäure von der stärkeren Säure ausgetrieben, verbindet sich aber nicht mit der Thonerde, sondern entweicht; noch weniger treibt die Thonerde die Kohlensäure aus ihren Verbindungen (bei gewöhnl. Temp.) aus; sie wird also von kohlensauren Alkalien gefällt, aber nicht in einem Ueberschusse derselben wieder aufgelöst.

Die Thonerde und ihre Salze werden, mit Kobaltauflösung geglüht, lasurblau gefärbt. Die wichtigsten sind die schwefelsaure und kieselsaure Thonerde.

Der **Alaun** ist ein Doppelsalz, welches aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Thonerde und Wasser besteht, KO, $SO_3 + Al_2O_3$, $3SO_3 + 24HO$. Er krystallisirt in regelmäßigen Oktaedern, schmeckt süßlich zusammenziehend, verwittert oberflächlich an der Luft, löst sich in 18 Th. kaltem und $^3/_4$ Th. heißem Wasser auf, schmilzt bei gelinder Hitze unter Verlust seines Krystallwassers zu einer aufgeblähten, porösen Masse, **gebrannter Alaun**, bei stärkerer Hitze entweicht Sauerstoff und schweflige Säure und Thonerde nebst kohlensaurem Kali bleiben zurück.

Vorkommen. Er findet sich zuweilen ausgewittert auf Thon und Alaunschiefer, im Krater der Vulcane, in Braunkohlengängen und in der Nähe von Erdbränden.

Darstellung. Man fabricirt den Alaun

1. aus den Alaunerzen,

2. aus Thon und Schwefelsäure
3. aus Kryolith.

Die Alaunerze sind entweder solche, welche schon die Bestandtheile des Alauns enthalten, wie der Alaunstein und einige Arten des Alaunschiefers, oder solche, welche blos die Elemente der schwefelsauren Thonerde, aber wenig oder kein Kali enthalten, wie die meisten Alaunschiefer, die Alaunerde und erdige Braunkohle.

Der Alaunstein, welcher durch längere Einwirkung vulkanischer Dämpfe (SO_2) auf Gesteine von der Zusammensetzung des Feldspaths ($KO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$) entsteht, enthält die Bestandtheile des Alauns, aber mit einem großen Ueberschuß von Thonerde und kommt bei Tolfa im Kirchenstaate vor. Er wird geröstet, ausgelaugt und krystallisirt; das Product heißt **römischer Alaun**, ist rosenroth von etwas mechanisch beigemengtem Eisenoxyd, aber frei von allem chemisch gebundenen Eisen und wird daher als der reinste Alaun betrachtet.

Der Alaunstein besteht aus einer Verbindung von 1 Atom Alaun mit 3 Atomen Thonerdehydrat. Letzteres verliert durchs Rösten sein Wasser. Die Thonerde verbindet sich nun nicht mehr mit Säuren und bleibt daher beim Auslaugen des Alauns für sich zurück.

Unter dem römischen Alaun finden sich bisweilen einige Würfelkrystalle, **cubischer Alaun**, dessen Zusammensetzung noch nicht ermittelt ist. Die Auflösung dieser Würfel krystallisirt bei Temperaturen unter + 32° R. gleichfalls wieder in Würfeln; über + 32° dagegen fällt basischer Alaun nieder und die Auflösung liefert nun gewöhnlichen oktaedrischen Alaun. Der römische Würfelalaun scheint demnach durch die überschüssige Thonerde zu entstehen, womit er bei seiner Darstellung in Berührung ist. Indessen erhält man durch Digestion des Oktaeder-Alauns mit Thonerdehydrat und Verdunsten an der Luft zwar gleichfalls Würfel, die sich aber unter Abscheidung von basischem Alaun bilden, sauer reagiren und überhaupt wie der oktaedrische Alaun verhalten. Dasselbe geschieht, wenn man einer Lösung des oktaedrischen Alauns durch Alkali Schwefelsäure entzieht. Sie enthält neben dem gewöhnlichen auch basischen Alaun ($KO, SO_3 + Al_2O_3, SO_3 + 9HO$) und ist in der Färberei als **neutraler Alaun** bekannt. Sie giebt nämlich ihre (überschüssige) Thonerde leichter an die Faser ab, als der gewöhnliche Alaun, ohne daß, wie bei diesem, Schwefelsäure frei wird, welche die Farben verändert und die Faser angreift.

Der Alaunschiefer ist ein schwefelkiesreicher, bituminöser Thonschiefer und enthält wie die erdige Braunkohle und Alaunerde kieselsaure Thonerde, Doppelschwefeleisen und Kohlenstoff. Durch Rösten entsteht 1 Atom Eisenoxydul und 2 Atome Schwefelsäure, wovon sich die eine Hälfte mit dem Eisenoxydul, die andere mit der Thonerde der kieselsauren Thonerde verbindet. Durch Auslaugen werden schwefelsaures Eisenoxydul und schwefelsaure Thonerde gelöst, Kieselsäure und die andern unlöslichen Stoffe bleiben zurück. Durch Stehen an der Luft geht das Eisenoxydul in Oxyd über und zerfällt dabei in unauflösliches basisches Oxydsalz, welches sich als gelber Schlamm ablagert und in auflösliches Neutralsalz, nämlich: $10FeO, SO_3 + 5O = Fe_2O_3, SO_3 + 3Fe_2O_3, SO_3$. Die abgegossene Flüssigkeit wird in bleiernen Pfannen bis auf 1,40 spec. Gew. eingekocht, so daß nun durch den Zusatz von schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium[1]) der Alaun als krystallinisches Pulver (Alaunmehl) niederfällt, weil er 18 Theile Wasser zur Auflösung braucht. In der Mutterlauge bleibt Eisenchlorür und Chlorid, schwefelsaures Eisenoxydul und Oxyd gelöst, sie kann daher zur Darstellung des Eisenvitriols dienen. Das Alaunmehl wird mit kaltem Wasser abgewaschen, dann

---

1) Das Chlorkalium hat vor schwefelsaurem Kali den Vorzug, daß es das aufgelöste schwefelsaure Eisenoxyd in leicht lösliches Chlorid verwandelt, welches in der Mutterlauge bleibt, während das schwefelsaure Kali mit dem schwefelsauren Eisenoxyd ein schwer lösliches Doppelsalz bildet, welches mit dem Alaunmehl niederfällt und dieses verunreinigt. Setzt man jedoch zu viel Chlorkalium zu, so zersetzt es auch schwefelsaure Thonerde in unbrauchbares Chloraluminium, welches in der Mutterlauge gelöst bleibt.

in heißem Wasser gelöst und der ruhigen Krystallisation überlassen. Die reinsten Sorten des Alauns enthalten immer noch etwas Eisen als Eisenalaun, $KO, SO_3 + Fe_2O_3, 3SO_3$. Man kann ihn aber durch Brennen davon befreien, indem dabei alles Eisen in basisches Oxydsalz übergeht, welches beim Auflösen zurückbleibt.

Zur Darstellung des Alauns aus Thon muß dieser möglichst frei sein von Eisen und Kalk. Man glüht ihn an der Luft, um das Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln, welches sich in Säuren schwerer löst, und das Wasser zu entfernen, damit er porös wird und die Säure leichter eindringt. Man trägt ihn dann in heiße Schwefelsäure von 1,50 sp. Gew., zieht mit Wasser aus, versetzt mit schwefelsaurem Kali, löst den Rohalaun in heißem Wasser und erhält durch Rühren beim Erkalten Alaunmehl. Der letzte Rest von Eisen wird durch Blutlaugensalz entfernt.

Der Kryolith, $3NaF, Al_2F_3$ wird durch Glühen mit kohlensaurem Kalk in unlösliches Fluorcalcium und lösliches Natronaluminat, dieses aber durch Kohlensäure in lösliches kohlensaures Natron und unlösliche Thonerde und letztere wieder durch Schwefelsäure in schwefelsaure Thonerde verwandelt, welche durch Zusatz von schwefelsaurem Kali Alaun bildet. Der Kryolith liefert chemisch reines Thonerdesalz.

Statt den Kryolith mit kohlensaurem Kalk zu glühen, kann man ihn auch auf nassem Weg zersetzen. Man kocht ihn mit Wasser und Aetzkalk.

Anstatt das Natronaluminat durch Kohlensäure zu zersetzen, kann man es auch mit Kryolith kochen und erhält Thonerde und Fluornatrium. $3NaO, Al_2O_3 + 3NaF, Al_2F_3 = 2Al_2O_3 + 6NaF$. Das Fluornatrium wird durch Kochen mit Aetzkalk zu Aetznatron, und Fluorcalcium abgeschieden.

Wichtigkeit. Als das billigste auflösliche Salz der Thonerde wurde der Alaun bisher vorzüglich als Beizmittel zum Türkischrothfärben in der Kattundruckerei und zur Erzeugung der Lackfarben, zur Gewinnung des Thonerdehydrats und der essigsauren Thonerde, als Klärungsmittel (S. 119), in der Weißgerberei, Papierfabrikation, Medicin und zur Aufbewahrung anatomischer Präparate benützt.

Der **Ammoniakalaun**, $H_4NO, SO_3 + Al_2O_3. 3SO_3 + 24HO$, welcher gleiche Eigenschaften, und Anwendung mit dem Kalialaun hat, und in einer Braunkohle bei Tschermig in Böhmen vorkommt wird den Kalialaun wegen des hohen Preises des Kali, wegen des geringeren Atomgewichtes des Ammoniak und daher wegen seines größeren Thonerdegehaltes wohl bald verdrängen. Er wurde eine Zeit lang zur Darstellung der Thonerde für Aluminium benützt.

Der **Natronalaun** $NaO, SO_3 + Al_2O_3. 3SO_3$ braucht nur 2,14 kaltes und gleiche Theile kochendes Wasser zur Auflösung. Dieselbe krystallisirt beim Abdampfen nicht, sondern erstarrt zur krystallinischen Masse. Man kann ihn daher so nicht aus einer unreinen Mutterlauge abscheiden und müßte ihn immer aus eisenfreien Materialien bereiten.

Die **schwefelsaure Thonerde**, $Al_2O_3, 3SO_3 + 18HO$ krystallisirt nur schwierig in perlmutterglänzenden Blättchen von süßlich zusammenziehendem Geschmack und löst sich in 2 Theilen Wasser auf. Man bereitet sie aus Thon und Kryolith wie bei der Alaunfabrikation.

Wichtigkeit. Der Alaun hat den Fehler, daß er zu seiner Bereitung ein schwefelsaures Alkali erfordert, welches bei seiner Verwendung ohne allen Nutzen ist. Ferner wird durch die Gegenwart dieses Salzes und die große Menge Krystallwasser der Thonerdegehalt des Alauns sehr klein. Da er aber nur wegen seines Thonerdegehaltes Anwendung findet, so hat man ihn durch einfache schwefelsaure Thonerde zu ersetzen gesucht. Weil es indessen fast unmöglich ist, ganz eisenfreien Thon zu erhalten und die Reinigung durch Blutlaugensalz zu theuer kommt, so war die schwefelsaure Thonerde stets eisenhaltig und man zog daher den theuereren Kalialaun vor, weil er bei seiner Schwerlöslichkeit leicht fast ganz eisenfrei zu erhalten ist. Da aber jetzt der Kryolith in großen Massen aus Grönland kommt, und eine billige

und eisenfreie schwefelsaure Thonerde liefert, so wird dieselbe den Alaun wohl mit der Zeit verdrängen.

Die kieselsaure Thonerde oder der **Thon** kommt von verschiedener Zusammensetzung vor, gewöhnlich aber als Al_2O_3, SiO_3. Er ist eine erdige weiße oder verschieden gefärbte Masse, die sich durch Wasseranziehung an die Zunge hängt und beim Anhauchen einen eigenthümlichen ammoniakalischen Geruch entwickelt.

Man unterscheidet **schmelzbare** und **feuerfeste** Thonarten. Zu den schmelzbaren Thonarten gehören der Lehm, der gemeine Töpferthon und die Walkererde, zu den feuerfesten die Porzellanerde oder der Kaolin und der Pfeifenthon, welcher zur Darstellung des Steingutes, der irdenen Pfeifen und der Fayence dient.

Die Feuerfestigkeit des Thons kann erhöht werden durch Ausziehen desselben mit Salzsäure oder durch Versetzen mit gebranntem Thon. Erstere entzieht ihm die freien Basen, letztere vermehrt die Porosität. Weniger wirksam ist Sand, weil er bei stärkerem Feuer mit den Basen zusammenschmilzt.

Die meisten Thonarten sind plastisch, d. h. sie bilden mit Wasser einen formbaren Teig, der durch Austrocknen an der Luft eine gewisse Festigkeit erlangt. Der Thon zieht sich beim Trocknen zusammen, er schwindet, er kann aber wiederholt durch Wasser erweicht werden. Wird er geglüht oder gebrannt, so verliert er sein Hydratwasser und schwindet abermals. Der gebrannte Thon ist hart und porös und saugt das Wasser begierig auf, aber er erweicht nicht mehr damit. Diese Veränderung beruht auf einer Zusammensinterung, welche bei starkem Feuer in wirkliches Schmelzen übergehen kann, wie beim Lehm. Manche Thonarten erweichen blos wie der Steinzeugthon. Das gelbe Eisenoxydhydrat, welches in der Hitze durch Wasserverlust roth wird, macht daß sich mancher Thon roth brennt.

Der Lehm für Ziegelsteine schwindet beim Trocknen und Brennen zusammen 1/2 Zoll auf 12 Zoll der Länge, der gewöhnliche Töpferthon 1 Zoll.

Das Faulen des Thons.

Vor der Verwendung läßt man den Thon im Keller faulen, wodurch er an Feinheit und Plasticität gewinnt. Außerdem, daß die Feuchtigkeit alle Theile besser durchdringt, faulen wirklich die organischen Theile, welche er enthält und entwickeln bei ihrer Fäulniß Kohlensäure und diese zersetzt die krystallinischen Kalithonerdesilicate in plastischen Thon.

Man unterscheidet schmelzbare und feuerfeste Thonarten. In starker Hitze ist der Thon um so leichter schmelzbar, je mehr in demselben die Thonerde über die Kieselsäure vorherrscht. Bei niederer Temperatur wird er jedoch durch Vermehrung der Kieselsäure schwerer schmelzbar. Ein bedeutender Gehalt an Kalk und Eisenoxyd macht ihn gleichfalls leichter schmelzbar.

Die feuerfesten Thone sind reineres Thonerdesilicat, gewöhnlich weiß oder grau und brennen sich rein weiß, gelblich oder röthlich weiß. Sie sind theils plastisch oder fett, wie der Pfeifenthon und erhärten im Feuer, bleiben jedoch porös, daß das Wasser durchsickert, theils sind sie wenig plastisch oder mager, wie die Porzellanerde und Walkererde und erhärten im Feuer für sich nicht.

Vorkommen. Der Thon bildet einen Hauptbestandtheil des Bodens und entsteht durch Verwitterung aus verschiedenen Verbindungen der kieselsauren Thonerde mit kieselsaurem Kali, Natron, Kalk- und Talkerde, wie der Feldspath, Albit, die Hornblende, der Augit, indem die Kohlensäure der Luft die alkalischen oder alkalisch erdigen Silicate zersetzt und das Thonerdesilicat mehr oder weniger rein zurückläßt.

Wichtigkeit. Der Thon ist wichtig als Bodenbestandtheil, vorzüglich weil er durch Anziehung von Wasser aus der Luft das zu schnelle Austrocknen des Bodens verhindert, und stets noch einen bedeutenden Gehalt von Kali

und Natron besitzt. Er zieht auch Fett begierig an. Man benützt ihn daher zur Entfernung der Fettflecken, indem man Thonbrei darauf streicht. Das Wasser treibt die Luft aus dem Thon, und beim Verdunsten desselben zieht der Thon das Fett an. Wegen seiner Geschmeidigkeit dient er zum Modelliren, und wegen der Schwierigkeit, womit er Wasser durchläßt, zum Ausschlagen von Wasserbehältern. Die Eigenschaft in der Hitze einzuschrumpfen, welche bei allen bis jetzt versuchten Hitzegraden fortdauert, hat man zur Einrichtung des Pyrometers von Wedgewood (spr. Wetschwud) benützt.

Bleichererde.

Der reine Thon dient auch unter dem Namen **Bleichererde** zur Erhöhung der Weiße des Druckpapiers, um (1/4) an Chlorkalk zu sparen, indem er die gefärbte Faser umhüllt.

Man wendet zwar auch Schwerspath und Kreide zu diesem Zwecke an. Allein der Schwerspath vermehrt über die Gebühr das Gewicht des Papiers, fällt schon zum Theil im Holländer (Zerkleinerungsapparat) zu Boden und sammelt sich an der unteren Seite des Papires an, so daß dieses zwei ungleiche Seiten, eine harte und eine weiche, bekommt. — Die Kreide dagegen macht das ungeleimte Papier staubig und daher häufiges Reinigen der Presse nöthig. Der Thon hat diese Nachtheile nicht, das Papier sieht und fühlt sich weich an, nimmt die Farbe leicht auf, trocknet schnell, schlägt nicht durch und giebt eine reine Schrift. Weniger geeignet erscheint jedoch der Thon für Schreibpapier wegen seiner schwachen Adhäsion zum Leim, gegen dessen Mehrverbrauch sich der Vortheil des Thons so ziemlich wieder aufhebt.

Die **Walkererde** ist ein magerer, unplastischer, zerreiblicher Thon. Sie wird, wo sie zu haben ist, statt der theueren Seife zum Walken wollener Tücher benützt, um sie zu entfetten, was namentlich der englischen Tuchfabrikation zum Vortheil vor der deutschen gereicht. Sie besitzt nämlich die Anziehungskraft zum Fett, wie die übrigen Thonarten, aber nicht ihre Zähigkeit, und zertheilt sich daher sehr fein und schnell im Wasser.

Die Thonwaaren.

Die wichtigste Eigenschaft des Thons besteht aber darin, daß er mit Wasser einen bildsamen Teig giebt, aus dem sich feuerfeste Steine oder Gefäße brennen lassen, weil er im Feuer durch ein anfangendes Schmelzen oder Zusammensintern eine solche Festigkeit erlangt, daß er nicht mehr in Wasser erweicht. Die schmelzbaren Thone werden in der Ziegelbrennerei, Töpferei und zu Steinzeug verwendet, die feuerfesten vorzüglich zu Schmelztiegeln, Tabakpfeifen, Fayence, Steingut und Porzellan.

Man theilt die Thonwaare in poröse und dichte. Die poröse wird nur bis zum Zusammensintern ihrer Theile, die dichte aber bis zur halben Verglasung gebranut. Die erstere zieht Wasser an und klebt an der Zunge, die letztere nicht.

Die poröse Thonwaare wird ferner eingetheilt in gemeine und feine.

Gemeine poröse Thonwaare.

Die gemeine poröse Thonwaare ist ungleichartig, gefärbt und sehr weich. Es gehören dazu die Back- oder Ziegelsteine, die gemeine Töpferwaare, die Filtrir- und Schmelzgefäße.

Die Ziegelsteine sind in der Regel roth und porös. Man verfertigt sie gewöhnlich aus Lehm, weil er unter allen Thonarten am häufigsten vorkommt. Sie müssen billig sein, was sich mit weitem Transport und tiefem Graben nicht verträgt. Der Lehm ist grobkörniger, sandiger Thon und liefert daher beim Brennen eine mehr poröse Masse als der Töpferthon. Er reißt nicht so leicht und dient daher auch zum Verschmieren der Fugen an Oefen und andern Gegenständen. Hier wird das Reißen besonders dadurch begünstigt, daß sich die Thonmasse beim Trocknen nicht in eine zusammenhängende Masse zusammenziehen kann, indem sie stellenweise von der Unterlage zurückgehalten wird. — Zur Ziegelfabrikation läßt man ihn ausfrieren, um die eingemengten Pflanzenreste zu zerstören.

Das Brennen der Ziegelsteine geschieht:

1. in gemauerten Oefen oder **Brennöfen**,
2. in Meilern oder **Feldöfen**.

Die Brennöfen haben sehr verschiedene Einrichtung und entweder einen unterbrochenen Gang wie der Etagenofen oder einen ununterbrochenen wie der ringförmige Ziegelofen.

Die **Etagenöfen** bestehen aus 3 über einander liegenden Oefen, wovon jeder die Einrichtung eines Töpferofens hat. Die heiße Luft des unteren zieht durch die Feuerräume der oberen um deren Heizung zu verstärken und dadurch an Brennstoff zu sparen. Sie können mit Holz, Torf oder Steinkohle geheizt werden. — Die ältesten Ziegelöfen sind zugleich Kalköfen, so daß der Kalk in den unteren, die Ziegelsteine in den oberen Raum des Ofens eingetragen werden.

In dem **ringförmigen Ziegelofen** (von Hoffmann und Licht) wird die von der Abkühlung des Erhitzten stammende Wärme zum Erhitzen der Verbrennungsluft benützt. Er besteht aus einem ringförmigen Brennraum, in dessen Mittelpunkt sich der Schornstein befindet. Der Brennraum hat sowohl an seiner äußeren als inneren Seite Oeffnungen. Die äußeren dienen zum Eintragen der Steine, die inneren zum Entweichen der Verbrennungsproducte in den Camin, während mehrere Oeffnungen im Gewölbe zum Eintreten der äußeren Luft und zum Eintragen des Brennmaterials dienen. Schließt man den Brennraum an einer Stelle durch einen von oben herabgelassenen Schieber vollkommen ab, öffnet rechts oder vor demselben die oberen Oeffnungen und links oder hinter demselben die innere, so bringt die kalte Luft durch die oberen Oeffnungen ein, durchlauft den ganzen Ring und bringt durch die innere Oeffnung in den Schornstein. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die kalte Luft zuerst durch fertig gebrannte Steine zieht, diese abkühlt, damit man sie ausziehen kann und dadurch stark erhitzt zum Brennmaterial der nächsten Schichte gelangt. Sind die ausgezogenen Steine durch neue ersetzt, so wird vor diesen der nächste Schieber herabgelassen und der vorige aufgezogen. Durch diese Vorwärmung der Luft wird viel Brennmaterial gespart und die Brennzeit bedeutend abgekürzt.

Die **Feldöfen** sind Meiler, welche aus den Ziegelsteinen gebildet werden, während man die nöthigen Heizkanäle ausspart. Man überzieht sie mit einer Lehmschichte und versieht letztere mit Luftlöchern. Für Steinkohle sind die Canäle enger als für Torf und Holz, aber man bringt zwischen jede Lage der Steine eine Schichte Steinkohlen hinein. Diese Oefen ersparen nicht blos jede Maurerarbeit, sondern auch bei der Anhäufung sehr großer Massen viel Brennmaterial und sind leicht an jedem Orte eines Bedürfnisses zu errichten, aber sie liefern stets ungleiche Brände, indem die Hitze in der Nähe der Canäle weit stärker ist als in der Nähe der Lehmschicht.

Der Lehm darf zur Ziegelfabrikation weder zu fett, noch zu mager sein. Ist er zu **fett**, so reißt er und verzieht sich beim Trocknen und Brennen. Die gebrannten Steine sind schwer, nicht porös, lassen sich schwierig verbauen und der Mörtel haftet schlecht daran. Ist der Lehm zu **mager**, so läßt er sich nicht formen, giebt schon vor dem Brennen viel Brüche und keine dauerhaften Steine. Für **Mauersteine** muß er magerer sein als für Dachziegel, weil dickere Massen dem Reißen stärker unterworfen sind als dünne. Ist der Lehm zu fett, so versetzt man ihn mit Sand. Für **Dachziegel** eignet sich dagegen der fette Lehm besser als der magere, weil er sich leicht formt, dichter und haltbarer wird.

Enthält der Lehm kohlensauren Kalk in Stücken, so brennen diese zu Aetzkalk, löschen sich beim Befeuchten mit Wasser und zersprengen die Ziegelsteine. Diese Kalkstrine werden am besten durch Maschinen entfernt, mühsamer und unvollkommener durch Handarbeit beim Durchtreten mit den Füßen. Werden die Steine durch Walzen des Thons zerquetscht, oder enthält der Lehm den Kalk schon ursprünglich fein zertheilt, so macht er denselben schmelzbarer, spart dadurch Brennstoff und liefert daher leicht harte Steine, welche denen nicht nachstehen, welche aus weniger schmelzbarem Lehm bei starkem Feuer gebrannt sind. Wird dagegen solcher Lehm unvollkommen gebrannt, so verbindet sich der Kalk nicht mit der Kieselsäure des Thons, zerfällt an der Luft und bewirkt dadurch das Zerfallen der Ziegelsteine. Werden aber solche schlecht gebrannte Steine sogleich mit Wasser begossen, so lange sie es aufnehmen, so verbindet sich der Kalk wie beim

Wassermörtel mit der Kieselsäure des Thons und die Steine erhalten dadurch noch bei einem Gehalt des Lehms von 40% kohlens. Kalk die Härte und Dauer der besten Ziegel aus kalkfreiem Thon, während sie sonst bei einem Gehalt über 20% zerfallen.

Die Mauerziegel sollen mäßig klingend, aber ziemlich porös, von mattem, körnigem Bruche und nicht geflossen sein. Sind die Steine zu dicht oder gar äußerlich geflossen, so taugen sie nur ausnahmsweise für manche Zwecke, lassen sich schlecht verbauen und halten keinen Mörtel. Sie erhalten diese Beschaffenheit durch zu starkes Brennen, oder wenn sie an der Schürgasse liegen. Durch zu niedrige Temperatur werden die Ziegel weich, gar nicht klingend, zerbröckeln leicht, zerfallen in feuchter Luft und durch Frost im nassen Zustande.

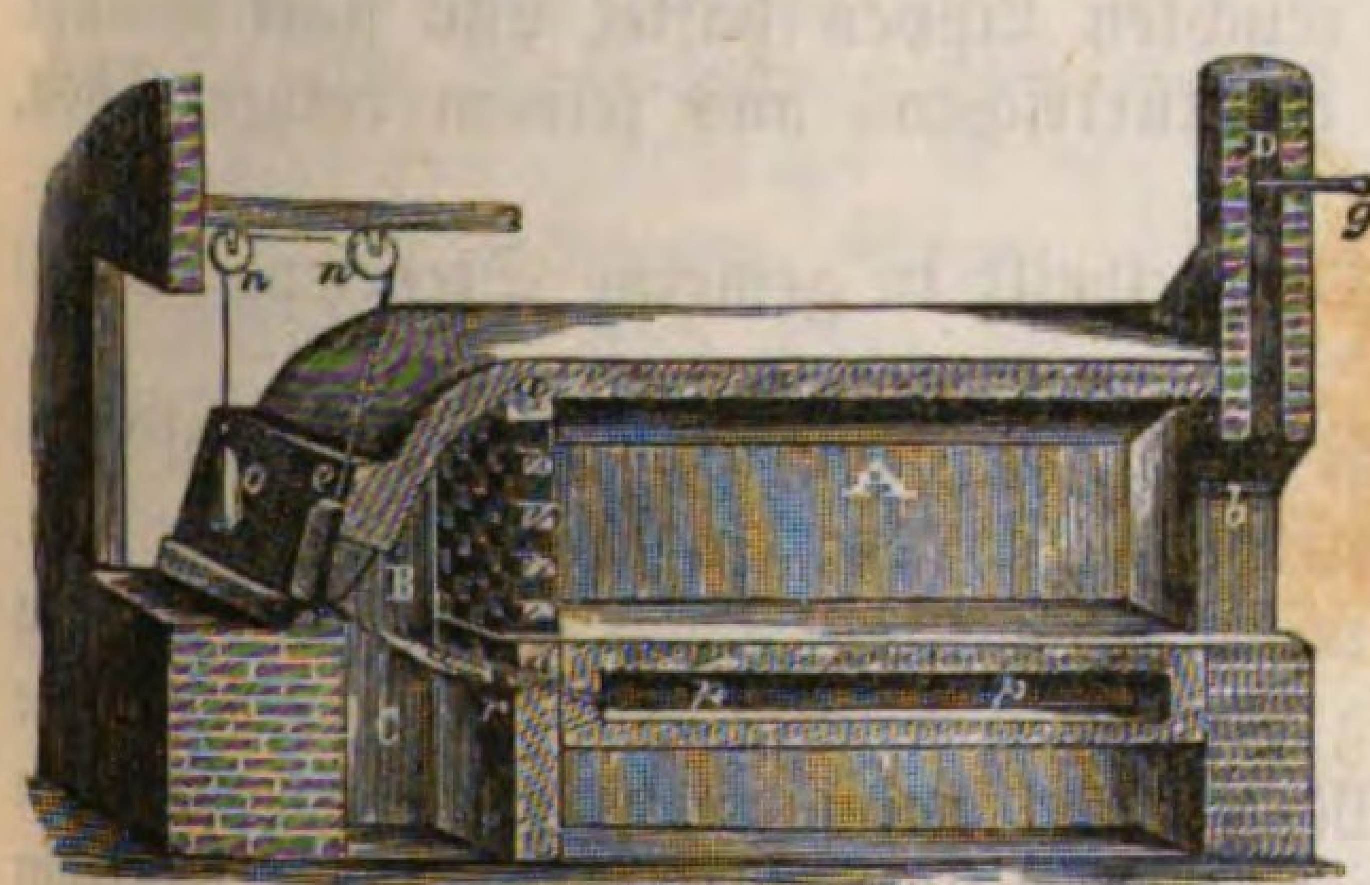
Dachziegl können eher etwas stärker gebrannt sein, damit sie wenig Wasser aufsaugen. Sie werden daher bisweilen glasirt.

Die gemeine Töpferwaare ist gewöhnlich gefärbt, von geringer Härte, porös und daher meistens glasirt.

Der Thon unterscheidet sich vom Lehm durch feineres Korn und geringeren Sandgehalt. Er braucht zum Brennen eine höhere Temperatur, aber er liefert eine dichtere Masse, wird langsamer von Flüssigkeiten durchdrungen und eignet sich deshalb zu Gefäßen. Der Lehm sintert zwar durch starkes Brennen gleichfalls zur dichten Masse zusammen, verliert aber dabei die Form, er ist weniger plastisch und läßt keine feinere Bearbeitung zu.

Der gemeine Töpferthon wird geschlemmt und die geformte Waare mit dem Glasurbrei begossen aus 5 Th. Bleiglätte (Bleioxyd) oder Bleiglanz [1]) (Schwefelblei), 3 Th. magerem Thon und Wasser. Beim Brennen erhärtet der Thon, und das Bleioxyd (denn auch der Bleiglanz verwandelt sich beim Brennen in Oxyd (bildet mit dem mageren Thon ein leichtschmelzbares Doppelsilicat von Bleioxyd und Thonerde, welches die Glasur bildet. Unvollkommen geflossene Glasuren können daher Bleioxyd an saure Flüssigkeiten abgeben und dadurch giftig wirken. Rauhe Glasuren prüft man demnach durch Kochen mit Essig. Hat dieser Blei ausgezogen, so wird er von Schwefelwasserstoff schwarz. Die Glasur ist ein fast farbloses Glas und läßt daher für sich die Farbe des Thons durchscheinen, sie wird auf rothem Thon weiß, wenn man ihr einen Grund von weißem Thon giebt. Die übrigen Farben setzt man dem Glasurbrei selbst zu: Für Braun Braunstein, Schwarz Braunstein mit Kupferoxyd, Grün Kupferoxyd, Gelb Hammerschlag, Blau Smalte.

123.



Die gewöhnlichen Töpferöfen sind liegende Flammöfen. Der Ofen Fig. 123 kann ebensowohl für Töpferwaare als für Ziegel dienen. Das Gewölbe der Feuerung B leitet die Flamme vom Roste r durch die durchbrochene Mauer a a und durch den Brennraum A nach der Einsatzthüre b, welche bei jedem Brande vermauert wird, in den Camin D, der einen Schieber g hat zur Regulirung des Feuers und zur langsameren Abkühlung nach dem Brennen. Der Rost r r liegt schief, um das Nachrücken des Brennmaterials zu befördern. Die Thüre e ist durch das Gewicht o leicht aufzuziehen. Der Canal p und einige kleinere in den Wänden erhalten das Mauerwerk trocken.

Die Filtrirgefäße werden in Aegypten, Persien, China, Türkei, Spanien (wo sie Alcarazzas heißen) zum Erkälten und Filtriren trüber Wässer benützt, und erhalten, indem man den Thon vor dem Brennen mit Kohlenstaub oder Sägespähnen zusammenknetet und schwach brennt.

---

1) Bleiglanz enthält mehr erdige Beimengungen; Glätte ist daher besser für helle Glasuren.

Die Schmelztiegel bestehen aus einer groberdigen, aber ziemlich festen, unglasirten Masse, die starke Hitze verträgt, ohne zu schmelzen. Man unterscheidet hauptsächlich **hessische** und **Passauer** Tiegel. Die hessischen werden zu Großallmerode in Kurhessen gemacht durch starkes Brennen eines kalkfreien Thons mit Sand. Der Sand verhindert das Springen.

Feuerfeste Thongefäße.

Die Passauer Tiegel bestehen aus einem scharf getrockneten, aber nicht gebranntem Gemenge von gleichen Theilen Thon und Graphit und dienen besonders zum Schmelzen der Metalle, um die Oxydation zu verhüten. Sie schmelzen und reißen nicht leicht und lassen das Metall vollkommen ausfließen und werden deshalb vorzugsweise in Münzstätten benützt, eignen sich aber wegen ihrer Porosität nicht für Glas und Salzflüsse [1]). — Die Glashäfen (S. 96) bestehen zuweilen aus 1 Th. Bittererde und 2 Th. Thon, gewöhnlich aber blos aus fettem feuerfestem Thon, und eine Masse aus 2 Th. Bittererde und 1 Th. Thon ist selbst für Bleiglas undurchdringlich.

Feine poröse Thonwaare.

Die feine poröse Thonwaare ist gleichartig, farblos oder wenig gefärbt und ziemlich hart. Es gehören dazu die etrurischen Gefäße der Alten, die Fayence und die thönernen oder Cölner Tabakpfeifen.

Die Fayence ist eine mäßig harte Masse, im Bruche erdig, matt, meistens weiß, bisweilen gelblich oder bräunlich; glasirt mit kieself. Blei- und Zinnoxyd. (Zinn- und Bleiasche mit Kochsalz und Sand). Das Zinnoxyd deckt die gelbe Farbe des Thones weiß. Die weiße oder feine hat eine durchsichtige Glasur. Sie taugt selten zum Kochen, indem sie gewöhnlich über Feuer springt und unterscheidet sich hauptsächlich durch sorgfältigere Behandlung, folglich größere Reinheit und meistens Farblosigkeit der Masse von der gemeinen Töpferwaare. Sowohl die feine als die gemeine Fayence dienen zu Speisegefäßen, die letztere auch zu Ofenkacheln.

Der Thon für die Cölnischen Pfeifen oder die Pfeifenerde ist ein weißer, feinerdiger Thon. Er muß feinerdig sein, damit er sich zur Darstellung der Röhren eignet und feuerfest, damit er beim Brennen nicht zusammensintert, sondern porös bleibt, beim Heißwerden nicht springt und den Saft verschluckt und damit sich die Röhren beim Brennen nicht erweichen und verziehen. Sie erhalten einen Anstrich von Traganth, Wachs, Seife und Wasser, weil der rohe Thon an den feuchten Lippen haftet und stark schmutzt. — Unter den gefärbten Pfeifen sind die türkischen, aus feinem rothem Thon, am meisten geschätzt.

Dichte Thonwaare.

Die dichte Thonwaare wird eingetheilt in gemeine Steinzeug, Steingut und Porzellan.

Das gemeine Steinzeug ist dicht, so hart, das es am Stahl Funken giebt, auf dem Bruche fast glasartig, hellgrau, schmutzigweiß oder gelb. Man verwendet dazu plastischen, ziemlich feuerfesten Thon, dessen Schmelzung aber nicht, wie bei feinem Steinzeug durch ein Flußmittel, sondern durch die Stärke des Feuers bewirkt wird. Man wirft beim Brennen Kochsalz in den Ofen, welches als Dampf die Oberfläche glasirt, indem sich das Natrium desselben durch den Sauerstoff des Eisenoxyds im Thon oxydirt und dadurch Eisenchlorid entsteht, welches entweicht, und das Natron sich mit der Kieselsäure des Thons verbindet. Größere Gegenstände müssen starke Wandungen erhalten, wenn sie sich im Feuer nicht werfen sollen. Bisweilen erhält es eine rothe Farbe durch Eintauchen in rothen Mergelthon.

---

1) Eine Nummer am Boden bezeichnet die Anzahl der Marken Silber, welche sie fassen.

Das Steinzeug eignet sich wegen seiner Härte besonders für Gefäße zum Transport und von größerem Umfang, sowie für Flüssigkeiten, welche gewöhnlich Thon angreifen, wie Vitriolöl, Salzsäure, für Röhren, Hähne u. s. w. Es ist zwar weniger dicht, aber auch weniger spröde und weit billiger als Glas, verträgt jedoch raschen Temperaturwechsel auch nicht, ohne zu springen.

Das Steingut, feine Steinzeug oder Wedgewood (sp. Wetschwud) wird in größter Vollkommenheit in England — in Deutschland nur an wenigen Orten (Berlin, Magdeburg und am Rhein) — erzeugt, obgleich viele Fabrikanten zu den porösen Thonwaaren gehörige Massen unter dem Namen Wedgewood in den Handel bringen. Die Masse des ächten Steingutes ist wie die des gemeinen Steinzeuges halb geschmolzen, aber nicht durchscheinend zum Theil weiß und glasirt, meistens aber gefärbt und nicht glasirt. Es ist undurchdringlich für Flüssigkeiten, verträgt aber das Feuer nicht, ohne zu reißen. Man verwendet dazu theils Porzellan-, theils Pfeifenthon mit Feldspath als Flußmittel. Die Glasur besteht gewöhnlich aus Mennige (Bleioxyd-Hyperoxyd), Quarzsand und Thon. Die Färbung bewirkt man durch Zusatz von Metalloxyden wie Eisenoxydul für Schwarz, Antimonsäure für Gelb 2c.

Das Steingut ist leichter zu formen und brennen als Porzellan, daher billiger, aber nicht so weiß, nicht durchscheinend und verträgt keine Erhitzung.

Unter Porzellan versteht man eine stark geflossene, dichte, harte, feinkörnige, sehr klingende, weiße und gleichartige Masse. Man theilt es in Fritteporzellan und ächtes oder hartes Porzellan.

Fritteporzellan heißt dasjenige, bei welchem die den Fluß gebenden Theile vor dem Zusatz des Kalkes oder Thons **gefrittet**, d. h. bis zum anfangenden Schmelzen erhitzt werden, weil sonst die Flußmittel in Wasser löslich sind und sich daher nicht nur ungleich vertheilen, sondern auch beim Trocknen auswittern würden. Es wird gegenwärtig nur noch in England verfertigt, weil die dortigen Verhältnisse sich nicht so wohl für das ächte Porzellan eignen. In Frankreich wurde es früher gleichfalls erzeugt, ist aber seit der Entdeckung des ächten Porzellans von diesem dort verdrängt, da es mühsamer zu arbeiten ist, langsamer gebrannt werden muß, daher mehr Brennmaterial kostet, weniger hart und leichter schmelzbar ist, bei Temperaturwechsel leichter springt [1]), dabei eben so hoch kommt als das ächte und nur als eine Nachahmung desselben zu betrachten ist.

Das französische ist eine glasartige Masse, durchsichtiger als ächtes Porzellan, aus Alaun, Gyps, Salpeter, Seesalz, Soda, Sand mit Kreide und Kalkmergel und einer bleihaltigen aber harten Glasur. Die Masse ist nicht bildsam und verzieht sich beim Brennen leicht.

Das englische Frittenporzellan ist gänzlich vom französischen verschieden und als eine Abart des ächten zu betrachten. Die Materialien sind ein plastischer Thon, Kaolin, sogenannter Granit (ein Gemenge von Quarz und Feldspath), Knochenasche und Feuerstein. Es unterscheidet sich vom ächten durch die weit geringere Feuerfestigkeit der Masse und den Bleigehalt der Glasur, und vom französischen durch die geringere Durchscheinbarkeit der Masse.

Das ächte- oder Feldspath-Porzellan ist sehr dicht, so hart, daß es am Stahl Funken giebt, klingend, durchscheinend, im Bruche flachmuschlig und etwas fettglänzend mit bleifreier durchsichtiger Glasur.

---

1) Das Verhältniß des Flußmittels zum Kaolingehalt ist nämlich viel größer als beim ächten Porzellan. Die Masse wird dadurch mehr glasartig.

Das Material ist ein Gemenge von Porzellanerde und Feldspath. Der Porzellanthon oder der **Kaolin** ist ein unschmelzbarer, wenig bildsamer, weißer Thon. Er brennt sich für sich zu einer undurchsichtigen porösen Masse. Der Feldspath schmilzt bei hinreichend starker Hitze zu einem Glase, welches die poröse Masse durchdringt und dadurch für Flüssigkeiten undurchdringlich und zugleich durchscheinend macht wie ölgetränktes Papier.

Man brennt sie zuerst bei mäßiger Glühhitze. Sie ist nun porös wie die weißen Thonpfeifen und zum Glasiren geeignet. Hierauf wird sie mit einer streng flüssigen Glasur aus Feldspath, zuweilen mit Zusatz von Gyps bedeckt und nun bei möglichst hoher und anhaltender Hitze gebrannt, wobei sowohl der Feldspath der Glasur wie der als Fluß dienende der Masse schmilzt. Das erste Brennen heißt das **Verglühen**, das zweite das **Glattbrennen.**

Das ächte Porzellan verbindet mit den Vorzügen des Steingutes (Härte und Undurchdringlichkeit für Wasser) die Fähigkeit, Temperaturwechsel ziemlich gut zu ertragen und im stärksten Feuer gewöhnlicher Oefen nicht zu schmelzen, weil es kein Glas oder Email, sondern eine mit Fluß getränkte poröse Masse ist. Es dient daher nicht blos für Speise- und Aufbewahrungsgefäße, sondern auch für Oefen und Schmelztiegel und wegen seiner Bildsamkeit und rein weißen Farbe zu Prunkgefäßen.

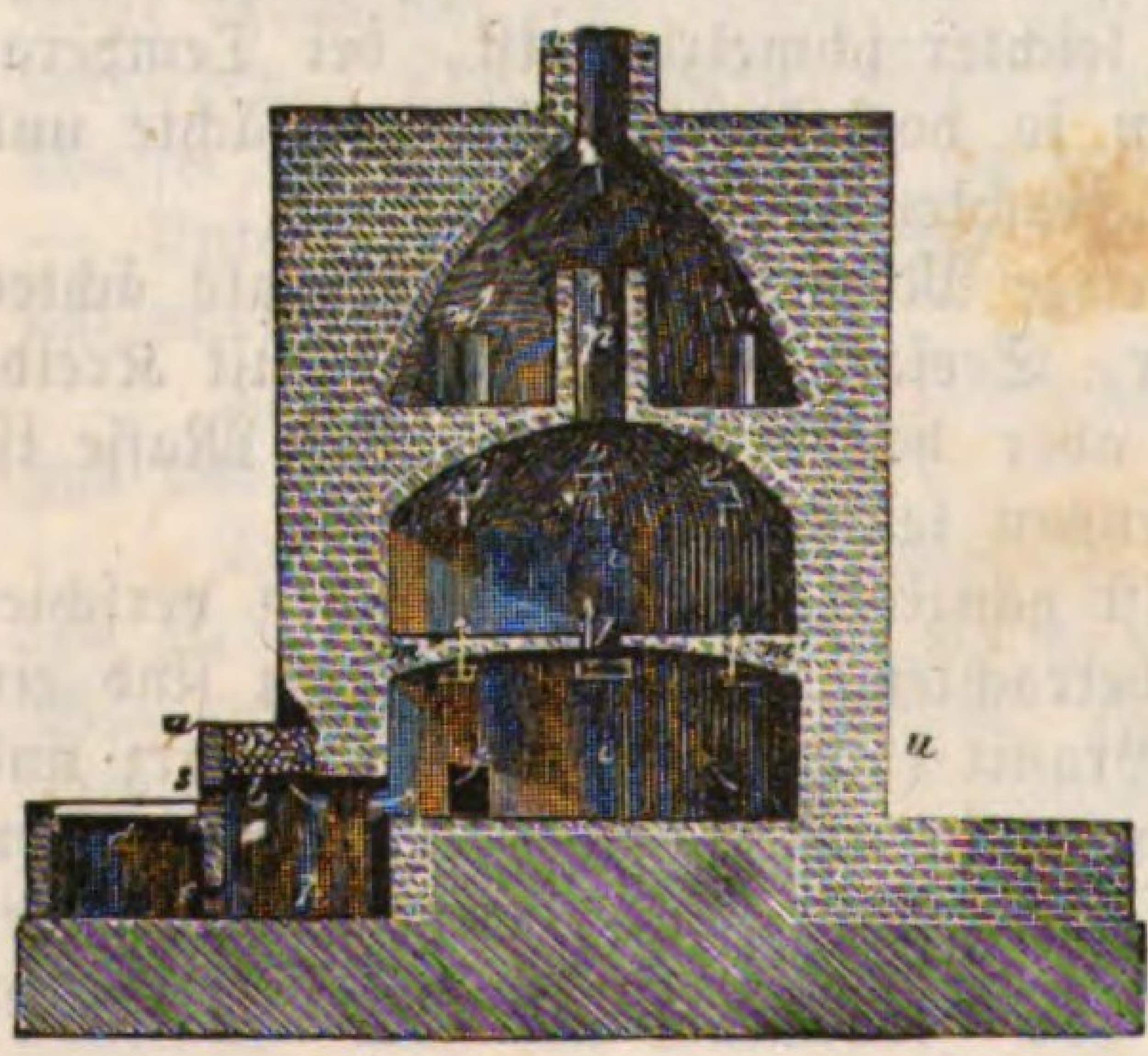
Die Glasur ist um so härter, je schwerer schmelzbar sie ist, und um so werthvoller, je härter. Das Porzellan verträgt bei seiner Schwerschmelzbarkeit auch eine strengflüssige Glasur. Die übrigen Thonarten erfordern um so leichter flüssige Glasuren, je schmelzbarer sie selbst sind, daher Bleiglasuren.

Ohne Glasur gebranntes Porzellan heißt **Biscuit.**

Am meisten sind die chinesischen Porzellangefäße geschätzt. Sie zeichnen sich durch Dünne und Leichtigkeit aus, nicht aber, wie man früher glaubte, durch Feuerbeständigkeit, denn Masse und Glasur sind weit leichter schmelzbar als beim europäischen, auch ist die Masse mehr gelblich und die Glasur stets grünlich und oft voll Haarrisse. Die Formen sind geschmacklos und die Malerei höchst einfach, fehlerhaft und von matter Färbung. Nach dem chinesischen Porzellan ist am meisten gesucht das von Meißen und Berlin und das von Sèvres bei Paris.

Porzellanofen.

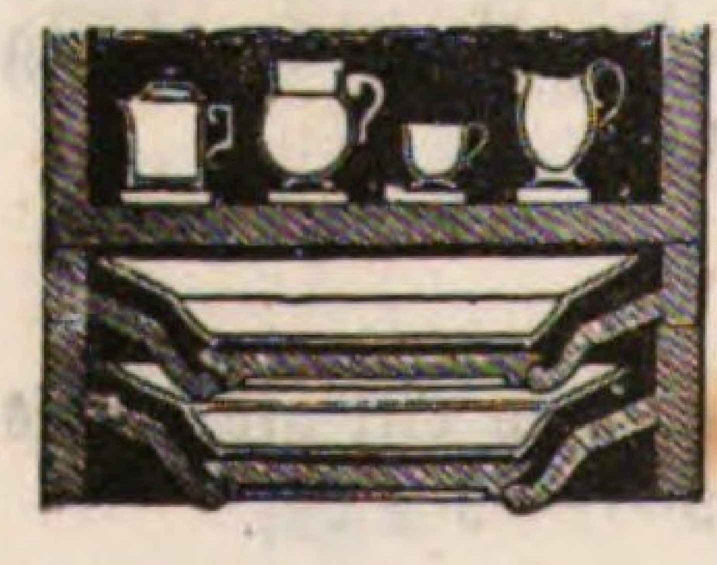
124.



Der Porzellanofen ist ein stehender cylindrischer Raum und besteht aus 2 oder (wie hier) aus 3 Etagen. In die 4 oder 5 Feuerheerde h wirft man anfangs das Brennmaterial. Hat sich der Raum b mit glühenden Kohlen gefüllt, so geht ein starker Zug durch den Ofen. Man legt nun genau darnach geschnittene Holzscheite auf die Vorsprünge der Oeffnung b, so daß der Zug zuerst durch sie, dann durch die glühenden Kohlen in den Ofen geht, während bei Rostfeuer die Luft zuletzt durch das neu zugelegte Brennmaterial geht und dadurch zum Theil wieder erkaltet. Sammeln sich zu viele Kohlen an, so kann man sie verbrennen, wenn man bei s und e Luft giebt.

Die unterste Etage (Glattbrennraum) enthält die glasirten Waaren, die mittlere (Verglühraum) die lufttrockenen Gegenstände. Der oberste Raum dient gleichfalls zum Verglühen oder zum Kapselbrennen. Die Gewölbe der beiden unteren Räume haben mehrere Oeffnungen, um die Flamme zu zertheilen. Im dritten Gewölbe ist blos die Oeffnung des Schornsteins.

125.



Damit die Glasur rein bleibt, brennt man die glasirten Waaren in Kapseln Fig. 125, außen von Cylinderform, innen zur Raumersparniß den Gegenständen möglichst angepaßt.

Porzellanmalerei auf der Glasur.

Die Farben zur Porzellanmalerei sind wie die für das Glas. Nur dient, statt des Kupferoxyduls beim Glase, zu einem billigeren Roth eine kleine Menge von Braunstein. Man mengt die Farben oder Gold und Silber zur Vergoldung ꝛc. mit einem

leichtflüssigen Glase, trägt sie mit verharztem Terpentinöl auf und brennt sie in der Muffel ein.

126.



Die Vorderwand dient als Thüre zum Eintragen der Gegenstände, das Rohr o zur Beobachtung der Temperatur und des Flusses der Farbe, das Rohr m zum Entweichen des Terpentinöldampfes.

Zur Malerei **unter** der Glasur sind nur Farben von hinlänglicher Feuerbeständigkeit, **Scharffeuerfarben**, (Chrom-, Uran- und Kobalt-, Eisen- und Manganoxyd), anwendbar, die man mit Feldspath- oder Quarzpulver gemengt aufträgt und darüber glasirt, die andern heißen **Muffelfarben**. Die Malerei unter der Glasur kommt billiger, weil man dabei ein besonderes Einbrennen der Farben erspart. unter der Glasur.

Der **Ultramarin** ist kieselsaures Thonerdenatron mit Schwefelnatrium und dem Natronsalz einer Säure des Schwefels und bildet als **Lasurstein** ein sehr schön lasurblaues Mineral, das sowohl als Schmuckstein dient, wie zur blauen Farbe, welche Rothglühhitze verträgt, aber durch Weißglühfeuer entfärbt wird. Aechter Ultramarin.

Man glüht den Lasurstein, löscht ihn in Essig, damit er leichter zu zerkleinern ist und läßt ihn einige Tage darin, um den kohlensauren Kalk auszuziehen; pulvert ihn, macht ihn mit einer Masse von 8 Th. Harz, 4 Wachs, 5 Leinöl und 3 Burgunderpech zum Teige, den man so lange in lauwarmem Wasser ausknetet, als dieses noch blau davon wird und läßt den Ultramarin aus dem Wasser absetzen. Dieser besitzt nämlich mehr Adhäsion zum Wasser als zu jener Harzmasse, während die fremden ungefärbten Beimengungen so fest daran haften, daß sie das Wasser nicht abspült. Reinigung desselben.

Künstlich erhält man den Ultramarin durch Glühen eines Gemenges von eisenfreiem Thon (Porzellanthon) mit Schwefel und Soda oder mit Glaubersalz und Kohle bei Luftzutritt. Die Masse ist dann grau- oder gelbgrün, aber nach dem Auslaugen mit Wasser schön grün und wird nun als **grüner Ultramarin** verkauft, oder durch Rösten unter wiederholtem Zusatz von Schwefel und abermaliges Auslaugen mit Wasser in blauen Ultramarin umgewandelt. Zusammensetzung und Bildungsproceß des Ultramarin sind fast noch völlig unbekannt. Bei der ersten Operation scheint sich ein Theil des Natrons mit der Thonerde in die Kieselsäure zu theilen und das Natrium des andern Theils mit dem Schwefel Mehrfachschwefelnatrium (NaS_5) zu bilden. Bei der zweiten Operation scheint sich ein Theils des Schwefelnatriums zu oxydiren und das übrige noch mehr Schwefel aufzunehmen, so daß der Ultramarin aus Natronthonerdesilicat mit Mehrfachschwefelnatrium (NaS_{10}) und dem Natronsalz einer Säure des Schwefels besteht. Allein der Grund der Färbung ist dadurch nicht erklärt, weil diese Verbindungen weder für sich, noch in andern bekannten Zusammensetzungen grün oder blau gefärbt vorkommen. Künstlicher Ultramarin.

Der natürliche oder ächte Ultramarin ist das reinste Blau, bei Tageslicht äußerst wenig, stark jedoch bei Kerzenlicht ins Violette spielend, und eine der dauerhaftesten Farben. Der künstliche geht weit mehr ins Violette, wird aber durch einen kleinen Zusatz von Berlinerblau mehr dem ächten gleich und ist sehr ausgiebig. Obgleich er nicht ganz so lebhaft als der ächte und nicht so dauerhaft ist, wird er doch mehr gebraucht, weil er sich gut wäscht, trotz seines Schwefelgehaltes mit Bleiweiß verträgt und weit billiger ist als der ächte. Werth des ächten und künstlichen Ultramarins.

Die Anforderungen an den künstlichen Ultramarin sind verschieden. Der Papierfabrikant verlangt die größte Feinheit und findet gerade darin den Vorzug des Ultramarins vor der Smalte. Der Drucker dagegen, welcher gegenwärtig den ausgedehntesten Verbrauch von Ultramarin macht, verlangt nicht blos Feinheit, sondern auch Intensität (Stärke) der Farbe. Eine geringere Feinheit läßt die Intensität sehr leicht vermehrt erscheinen, ist aber ein unstatthaftes Hilfsmittel. Die Intensität und besonders das Feuer scheint auch bei einem Stich in's Röthliche bedeutend erhöht. Der Werth des ächten Ultramarins besteht allein in seiner rein blauen Farbe, die mit Gelb reines Grün liefert. Dies vermag das feurige röthliche nicht. Doch gelingt es vielen Fabrikanten, auch diese rein blaue Nüance darzustellen.

Die Feinheit seines Pulvers macht den Ultramarin wichtig für Buntpapier- und Tapetendruck, weil

er sich dadurch gut in die Fasern drückt und den Formen nicht schadet. Mit der Feinheit hängt das Schwimmen zusammen, was für Zeugfärberei, Bleicherei und Papierfabrikation nöthig und für andere Gewerbe angenehm ist. Er fordert deshalb auch wenig Leim und deckt stark. Guter Ultramarin wird durch verdünnte Mineralsäure und durch Pflanzensäuren nicht zersetzt, er ist daher alaunbeständig (besonders wichtig für Papierfabrikation und Druckerei) und säurefest (von Werth für Bütten- und Handpapier wegen der stark sauren Leimung und für Zeugdruck).

Das Fluornatrium-Aluminium $3\,NaF + AlF_3$ oder der Kryolith bildet derbe, dickschalige, farblose Massen von eisähnlichem Aussehen, es ist in Wasser nicht löslich, aber leicht schmelzbar und findet sich als Mineral in Grönland und am Ural. Es dient zur Darstellung des Aluminiums und Natrons, der Soda und Flußsäure und als Flußmittel.

Schwermetalle.

Eigenschaften der Metalle.

Von den Metallen, deren Krystallform beobachtet worden ist, krystallisiren Gold, Silber, Kupfer, Eisen und Blei in Würfeln oder Oktaedern, Zink, Wismuth, Antimon, Arsenik und einige seltenere Metalle (Tellur, Palladium, Osmium und Iridium) in Rhomboedern und Zinn in quadratischen Oktaedern.

Je mehr die Fähigkeit zu krystallisiren entwickelt ist, um so spröder ist das Metall. Deutliche Krystalle kommen nur selten vor. Gewöhnlich zeigt sich nur ein krystallinisches Gefüge. Dasselbe ist bei den geschmeidigen Metallen körnig, bei den spröden blättrig.

Die spröden Metalle sind diejenigen, welche beim Biegen zerbrechen, und geschmeidige die, welche sich biegen lassen, ohne zu brechen.

Die geschmeidigen Metalle sind: Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt, Blei, Zinn, Zink.

Die spröden: Wismuth, Uran, Mangan, Antimon, Arsenik, Chrom, Tellur, Titan, Tantal, Molybdän, Wolfram.

Bei den geschmeidigen Metallen unterscheidet man ferner:

1. Die Streckbarkeit oder die Fähigkeit, sich zu Blech aushämmern oder walzen zu lassen, ohne zu zerreißen.

2. Die Dehnbarkeit oder die Fähigkeit, sich in Draht ziehen zu lassen, ohne zu zerreißen.

Nicht alle Metalle besitzen beide Eigenschaften in gleichem Maaß. So besitzt Gold unter allen Metallen die größte Streckbarkeit und Dehnbarkeit zugleich, Blei dagegen besitzt einen hohen Grad von Streckbarkeit, aber wenig Dehnbarkeit, es läßt sich zu dünnem Blech walzen, aber nicht zu dünnem Draht ziehen.

3. Die Festigkeit, (Zähigkeit oder Tragkraft) ist der Widerstand, welchen die Metalle einer zerreißenden Kraft entgegensetzen.

Die meisten Metalle sind grauweiß, alle sind undurchsichtig und von eigenthümlichem Glanz, Metallglanz genannt, und leiten Wärme und Elektricität gut. Magnetisch sind Eisen, Kobalt, Nickel und Aluminium.

Einige sind beim Erhitzen flüchtig wie Arsenik, Antimon, Quecksilber, Zink, die meisten sind aber bei gewöhnlichem Ofenfeuer nicht flüchtig. Die Schmelzbarkeit der Metalle ist sehr verschieden. Das Quecksilber ist das einzige Metall, welches bei gewöhnl. Temperatur flüssig ist. Von den wichtigeren Metallen schmelzen unter der Glühhitze in steigender Ordnung: Zinn, Wismuth, Blei; Zink erst bei anfangendem Rothglühen, Antimon, Silber, Kupfer, Gold bei Rothglühhitze, Gußeisen bei anfangender, Stahl bei stärkerer und Stabeisen bei sehr starker Weißglühhitze, Platin in gewöhnlichem Ofenfeuer gar nicht, sondern nur vor dem Knallgasgebläse.

Die meisten Metalle werden beim Schmelzen auf einmal flüssig. Die welche zuvor zur knetbaren Masse erweichen, wie Eisen, Nickel und Platin, heißen schweißbar, d. h. kleinere Stücke lassen sich unter dem Hammer zu einem Ganzen vereinigen oder zusammenschweißen.

Die Metalle lassen sich in geschmolzenem Zustande mit einander mischen. Diese Mischungen heißen Legirungen und die Legirungen des Quecksilbers Amalgame. Die Legirungen sind wirkliche chemische Verbindungen, wenn auch in der Regel mit einem unverbundenen Ueberschuß des einen Metalles, und besitzen daher Eigenschaften, welche von denen der reinen Metalle nicht selten bedeutend abweichen. So wird z. B. die rothe Farbe des Kupfers durch Zusammenschmelzen mit dem grauweißen Zink nicht blaßroth, sondern gelb als Messing. Obgleich das Kupfer härter ist als Zinn, so wird es beim Zusammenschmelzen mit Zinn nicht weicher, sondern härter. Ueberhaupt nehmen die Metalle fast in allen Legirungen an Härte zu. Auch das specifische Gewicht ist bald größer, bald kleiner als das arithmetische Mittel von dem der beiden Metalle. Der Schmelzpunkt ist meistens niedriger.

Auf der Eigenschaft der Metalle, sich zu legiren, beruht auch das Löthen oder die Vereinigung der Metallstücke mittelst eines leichten schmelzbaren Metalles oder einer leicht schmelzbaren Legirung oder Loth. Seltner wird mit demselben Metalle gelöthet, wie bei Zinn und Blei. Man unterscheidet Hart- und Weichloth, je nachdem das Loth erst bei Glühhitze, oder unter derselben schmilzt und daher schon durch den Löthkolben zum Flusse kommt. Das Weichlöthen findet ausschließliche Anwendung bei verzinntem Eisenblech; für Messing aber nur, wo Schnelligkeit und Billigkeit ohne große Festigkeit verlangt wird. Das Hartloth ist entweder Kupfer und dient hauptsächlich für Eisen, oder Schlagloth, d. h. Messing in verschiedenen Mischungen, je nachdem Streng- oder Leichtflüssigkeit erforderlich ist, es dient besonders für Messing, Kupfer und Neusilber, zuweilen auch für Eisen und Stahl. Das Silberschlagloth besteht aus Silber und Kupfer mit oder ohne Zink, das Goldschlagloth aus Gold mit Kupfer und Silber. Das Löthen.

Nach ihrem Verhalten zum Sauerstoff theilt man die Metalle ein in edle und unedle. Eintheilung der Metalle.

Edle Metalle heißen diejenigen, welche sich nur schwierig mit Sauerstoff verbinden und ihn durch bloses Erhitzen wieder abgeben wie Gold, Silber, Platin, (Palladium, Rhodium, Iridium). Das Quecksilber bildet den Uebergang zu den unedlen Metallen.

Unedle Metalle sind die, welche sich an der Luft entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur oder doch beim Erhitzen mit Sauerstoff verbinden und denselben erst beim Erhitzen mit Kohle wieder abgeben, indem Kohlenoxyd entsteht.

In elektrochemischer Beziehung theilt man die Metalle ein in:

1. Electropositive, wenn sie vorzugsweise den electropositiven Bestandtheil der Salze bilden: Eisen, Mangan, Uran, Kobalt und Nickel, Zink, Cadmium, Blei, Zinn und Wismuth, Kupfer und Quecksilber, Silber und Gold, Platin und die ihm ähnlichen Metalle (Platinmetalle, wie Palladium, Iridium, Ruthenium, Rhodium und Osmium).

2. Elektronegative, die vorzugsweise Säuren bilden: Arsenik, Antimon, Chrom, Molybdän, Tantal, Tellur, Titan, Vanadium und Wolfram.

Einige Metalle zersetzen unter Mitwirkung einer Säure das Wasser, wie Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt, Zink, Zinn und einige seltenere Metalle (Chrom, Vanadium, Cadmium, Uran), andere zersetzen es nicht, wie Blei,

Wismuth, Kupfer, Antimon, Silber, Quecksilber, Gold, Platin und die Platinmetalle.

Vorkommen. Von den bis jetzt bekannten Metallen kommt nur etwa der vierte Theil (Eisen, Kupfer, Blei, Wismuth, Antimon, Arsenik, Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Iridium, Palladium, Tellur) frei oder **gediegen** vor, die übrigen an andere Stoffe gebunden oder **vererzt.** Sie sind meistens an Sauerstoff gebunden, häufig auch an Schwefel, seltner an Chlor, Jod, Fluor. Mehrere bilden Legirungen.

Darstellung. Die Herstellung der Metalle aus ihren Erzen heißt **Reduction** und das künstlich dargestellte Metall ein **reguliniſches.**

Die Oxyde geben ihren Sauerstoff zum Theil schon durch bloses Erhitzen ab, nämlich die der edlen Metalle. Die meisten müssen aber mit einem oxydirbaren Körper, gewöhnlich Kohle, erhitzt werden. Der Sauerstoff des Metalls bildet mit dem Kohlenstoff der Kohle Kohlenoxydgas und das Metall wird regulinisch niedergeschlagen. Metallsalze, die in Wasser löslich sind wie das schwefelsaure Kupferoxyd (Kupfervitriol) werden durch leichter oxydirbare Metalle, z. B. Eisen, welche man in die Flüssigkeit stellt, reducirt. Indem sich letzteres mit Sauerstoff und Säure des zu reducirenden Metalles verbindet, geht es an dessen Stelle in die Lösung, während sich das andere als zusammenhängende Masse abscheidet. Dieses Verfahren heißt **Cämentation.**

Die Schwefelmetalle werden entweder mit andern Metallen erhitzt, die mehr Verwandtschaft zum Schwefel haben, oder man röstet sie. Dadurch entweicht der Schwefel als schweflige Säure und Metalloxyd bleibt zurück, welches man mit Kohle reducirt.

Haloidsalze zersetzt man durch andere Metalle, oder durch Wasserstoff.

Aus Legirungen scheidet man das eine Metall ab, entweder, wenn es flüchtig ist, durch Erhitzen wie beim Destilliren des Amalgams; oder wenn es leichter flüssig wird, als das andere, durch Ausschmelzen (Saigerung), wie bei den silberhaltigen Kupfererzen; oder durch Oxydation des einen Metalles, dessen Oxyd sich entweder verflüchtigt wie beim Rösten arsenikhaltiger Erze, oder schmilzt und sich als specifisch leichter von dem regulinischen Metalle absondert, wie beim Abtreiben des Silbers, oder das Oxyd schmilzt nicht und wird durch Säure ausgezogen, wie beim Affiniren des Silbers.

Ausmittlung der Schwermetalle. Um Metalle als solche auf nassem Wege chemisch bestimmen zu können, werden die auflöslichen Verbindungen in Wasser gelöst und die regulinischen Metalle oder ihre unauflöslichen Verbindungen vorher in lösliche Verbindungen verwandelt. Sie werden in der Regel in Schwefelsäure, Salzsäure oder, wenn sie mit diesen keine löslichen Verbindungen bilden, in Salpetersäure oder Königswasser gelöst.

Erhält man durch Schwefelwasserstoff in der sauren Auflösung einen schwarzen oder sonst gefärbten Niederschlag, so kann die Lösung alle Schwermetalle enthalten außer Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink und Chrom; erhält man keinen, so können alle zuletzt genannten da sein. Erstere müssen dann mit Hilfe ihrer specifischen Reactionen bestimmt werden, die bei jedem einzelnen Metalle besonders angegeben sind.

Digerirt man den erhaltenen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, so kann der Auszug (die Flüssigkeit) enthalten: Zinn, Platin, Gold, Antimon, Arsenik. Bleibt ein Rückstand, so kann er enthalten: Cadmium, Blei, Wismuth, Kupfer, Quecksilber, Silber. Ist nur eines dieser

Metalle da, so erkennt man einige sogleich an der Farbe des Niederschlages, den man auch in der Auflösung des Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium wieder durch Zusatz von Säure erhält. So giebt Antimon einen pomeranzengelben, Arsenik und Cadmium einen citrongelben, Zinnoxyd einen schmutziggelben Niederschlag, die übrigen geben schwarze oder dunkelbraune Fällungen und werden einzeln durch ihre specifischen Reactionen nachgewiesen.

Die Metalle, welche aus saurer Auflösung von Schwefelwasserstoff nicht niedergeschlagen wurden, nämlich Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink und Chrom, werden durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium gefällt und zwar Mangan fleischroth, Zink weiß, Chrom grün (letzteres nicht als Schwefelmetall, sondern als Oxyd), die übrigen schwarz und werden daher einzeln durch ihre specifischen Reactionen aufgesucht.

Von den Leichtmetallen werden durch Schwefelwasserstoff keine, und durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium nur die eigentlichen Erden gefällt.

Sämmtliche Metalle bilden hiernach folgende 4 Gruppen:

Durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung fällbar und in Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium		Durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium fällbar		Weder durch Schwefelwasserstoff noch durch Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium fällbar:
löslich: I	unlöslich: II	III als Schwefelmetalle:	Oxyde:	IV
Antimon	Blei	Eisen	Beryllerde	Ammonium
Arsenik	Cadmium	Kobalt	Cerium	Baryt
Gold	Iridium	Mangan	Chrom	Kali
Molybdän	Kupfer	Nickel	Tantal	Lithion
Platin	Osmium	Uran	Thonerde	Magnesia
Tellur	Palladium	Zink	Titansäure	Natron
Zinn.	Quecksilber		Yttererde	Strontian
	Silber		Zirkonerde	
	Wismuth			

Auf trocknem Wege untersucht man die Metalle und ihre Verbindungen mit dem Löthrohr (S. 29) auf ihre Flüchtigkeit und Schmelzbarkeit entweder für sich oder mit Flußmitteln, besonders Borax oder Phosphorsalz (phosphorsaures Natron-Ammoniak). Man erkennt die meisten aus der Färbung des Boraxglases durch ihre Oxyde, einige an der Färbung der Flamme, an der Farbe des Beschlages (Anflug von verflüchtigtem Oxyd) auf der Kohle. Mehrere sind leicht reducirbar für sich oder mit Soda. Das erhaltene Metallkorn zeigt die Farbe, die Sprödigkeit oder Geschmeidigkeit des Metalles unter dem Hammer und das chemische Verhalten des aufzusuchenden Metalles.

Darstellung der Verbindungen der Schwermetalle. Um aus einem Metalle ein Oxyd darzustellen, verwandelt man es gewöhnlich durch Auflösen in einer passenden Säure in ein auflösliches Salz und schlägt es durch ein Alkali nieder. Dieses bemächtigt sich der Säure oder des Haloids und das Metall fällt gewöhnlich als Oxydhydrat nieder, welches durch Erhitzen sein Wasser verliert.

Auf trocknem Wege oxydirt man die Metalle durch Glühen für sich oder mit Salpeter. Die Metalle, welche mehr als eine Oxydationsstufe bilden, erzeugen beim Auflösen in Salzsäure oder Schwefelsäure gewöhnlich die niedri-

gere Verbindungsstufe, mit Salpetersäure die höhere; bei kürzem und schwachem Erhitzen die niedrigere und bei längerem, starkem Erhitzen die höhere Verbindungsstufe. Um die höhere Oxydationsstufe zu erhalten, löst man gewöhnlich in Königswasser auf und fällt das Chlorid durch Alkali als Oxyd.

Die Schwefelmetalle erhält man in der Regel durch Zusammenschmelzen des Metalles mit Schwefel oder durch Fällung der Salze durch Schwefelwasserstoff.

Die Salze erhält man durch Auflösen der Metalle, oder wenn sie sich nicht auflösen, ihrer Oxyde in der verlangten Säure. Ist das darzustellende Salz unauflöslich, so erhält man es durch Fällung eines auflöslichen Salzes des Metalles mit dem alkalischen Salze der verlangten Säure.

Die Legirungen erhält man durch Zusammenschmelzen der Metalle, die Amalgame, indem man das geschmolzene Metall unter Umrühren in erwärmtes Quecksilber gießt.

Eisen.

Eigenschaften. Das reine Eisen Fe ist fast zinnweiß, krystallisirt in Würfeln, ist gegossen oder gewalzt von körnigem, geschmiedet von hackigem Bruch und 7,8 spec. Gew., es ist einer der schlechtesten Leiter der Elektricität, aber das zäheste aller Metalle, bei gewöhnlicher Temperatur hart und wenig dehnbar, beim Glühen erweichend und dehnbar; in der Weißglühhitze ist es schweißbar, d. h. es lassen sich zwei Stücke mit dem Hammer zu einem vereinigen, erst in der heftigsten Weißglühhitze schmilzt es.

In kalter, trockner Luft bleibt das Eisen unverändert, in feuchter Luft bedeckt es sich mit Eisenoxydhydrat oder Rost und beim Glühen an der Luft mit Glühspan oder Hammerschlag, Eisenoxyduloxyd. In verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure löst es sich unter Entwicklung von Wasserstoff als Chlorür oder Oxydulsalz, in sehr verdünnter Salpetersäure als Oxydul-, in stärkerer als Oxydsalz, in sehr concentrirter aber gar nicht auf.

Darstellung. Man schmilzt 4 Th. Stabeisenspäne mit 1 Th. Glühspan unter bleifreiem Glaspulver bei stärkster Weißglühhitze, wobei der Kohlenstoff des Stabeisens mit dem Sauerstoff des Glühspans als Kohlenoxydgas entweicht.

Seffström'scher Gebläseofen.

127.



128.



Die höchste Temperatur, die man mit einem Ofen hervorbringen kann, erzielt man durch den **Seffström'schen Gebläseofen.** Er besteht aus **2** unten geschlossenen und oben offenen Cylindern von Schwarzblech c c c und d d d, die oben durch den Blechring e so verbunden sind, daß zwischen beiden ein leerer Raum b b b bleibt. Der innere Cylinder ist etwa 1' tief, mit feuerfester Thonmasse ausgefüttert und dient zur Aufnahme des Tiegels. Durch die Oeffnung a im äußeren Cylinder tritt aus einem kräftigen Blasebalg Luft ein, wird im Raume b vorgewärmt und strömt durch 8 Oeffnungen o o o o des inneren Cylinders und des Thonbeschlags auf das Brennmaterial (Holzkohle oder Kooks), wodurch der Tiegel von allen Seiten gleichförmig erhitzt wird. Dadurch entsteht in kurzer Zeit eine Temperatur, bei welcher reines Eisen schmilzt.

Vorkommen. Das Eisen kommt sehr selten gediegen vor, gewöhnlich in den Meteorsteinen, desto häufiger aber oxydirt und mit Schwefel in allen Gebirgsformationen. Es bildet eine Beimengung der meisten Mineralien, und auch Pflanzen und Thiere enthalten Eisen. Die wichtigsten Eisenerze sind der Rotheisenstein (Eisenoxyd), der Magneteisenstein (Oxyduloxyd), Brauneisenstein (Oxydhydrat), Spatheisenstein (kohlensaures Oxydul). Weniger hiezu geeignet sind der Raseneisenstein wegen eines Gehaltes an Phos-

phorsäure und die Schwefelverbindungen Magnet- und Schwefelkies, weil Phosphor und Schwefel das Eisen brüchig machen.

Wichtigkeit. Das reine Eisen wird für sich nicht angewendet und ist nur wichtig als Hauptbestandtheil des Schmied- und Gußeisens.

Das Eisen und seine Verbindungen wirken als wesentliche Bestandtheile des Thierkörpers, besonders des Blutes unter allen Metallen am wenigsten schädlich auf den thierischen Organismus. Es hat vielmehr eine stärkende Wirkung und verbessert namentlich die Mischung des Blutes, wodurch es im Uebermaße freilich auch schaden kann. Am mildesten wirken die Oxyde, die auflöslichen Salze dagegen, wie der Vitriol können in größerer Menge (z. B. 2 Loth) bei Menschen Leibschmerzen, Brechen und Durchfall, bei kleineren Thieren (Hunden) selbst den Tod herbeiführen.

Verbindungen. Technisch wichtig sind die Oxyde und deren Salze, die Haloidsalze des Cyans und Chlors, das Schwefel- und Kohlenstoffeisen.

Von den Sauerstoffverbindungen sind blos das Oxydul und Oxyd wichtig.

Das Eisenoxydul, FeO ist ein schwarzes, magnetisches Pulver, welches entsteht, wenn man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet, oder wenn man Eisen in verdünnten Säuren auflöst. Aus den Auflösungen seiner Salze wird es von Alkalien als weißes Hydrat gefällt. Das Hydrat wird an der Luft durch höhere Oxydation bald grün und braun, zu Oxydhydrat, und wird deshalb benützt zu Reductionen auf nassem Wege, wie beim Gold und Indigo.

Das Eisenoxyd, Fe_2O_3 krystallisirt, wenn es natürlich vorkommt, bisweilen in Rhomboedern, sonst erscheint es in dichten und krystallinischen Massen, ist blutroth, nicht magnetisch und in Säuren schwer auflöslich. Man erhält es durch Glühen des Eisenvitriols als Nebenproduct bei Bereitung der rauchenden Schwefelsäure, durch Glühen des gerösteten Eisenvitriols mit Kochsalz und Auslaugen des entstehenden schwefelsauren Natrons, oder durch Glühen des Oxydhydrats. Es dient wegen seiner feurigen und dauerhaften Farbe als Maler- und Anstreichfarbe und mit Thon gemengt zu Rothstiften, wegen seiner Härte zum Poliren des Stahls, zum Schärfen der Rasir- und Federmesser, und als Eisenerz.

Das Eisenoxyd ist eine der wichtigsten Farben, sowohl wegen seiner Billigkeit zum Anstreichen, als wegen seiner vollkommenen Haltbarkeit und seines angenehm gebrochenen Tons für alle Arten der feinen Malerei. Die für Malerfarben erforderliche Deckkraft besitzen jedoch nur jene feinerdigen Abänderungen, in denen es theils natürlich als *rother Eisenocker* vorkommt, theils künstlich durch Glühen des gelben und braunen Ockers als *gebrannter Ocker*, theils durch Glühen einiger Salze erhalten wird. Es hat danach verschiedene Farben, nach welchen es die verschiedenen Sorten der rothen Eisenfarben bildet. Auch der Grad der Erhitzung ist von Einfluß, bei schwächerem Glühen wird es hochroth, durch stärkere Hitze violett und endlich grau. Der natürliche *lichtrothe Ocker* und das *Englischroth* (Colcothar, S. 70) sind sehr feurig hochroth und werden statt des Zinnobers gebraucht. *Van Dyck's Braun* ist ein chocoladebrauner Ocker, *Indischroth* ein gebrannter Ocker aus Bengalen, der in's Purpurrothe geht, die *gebrannte türkische Umbra* ein gebrannter Ocker von Cypern und ist braunroth, die *gebrannte Sienaerde* ein orangebrauner gebrannter Ocker, unter allen am meisten lasirend und daher sehr häufig benützt. Das *Kesselbraun* ist eine dunkelrothbraune gebrannte Umbra von Saalfeld, womit die Kupferschmiede ihren Gefäßen ein bronzeartiges Ansehen geben. Die sogenannte *Eisenmennige* ist ein thonhaltiges Eisenoxyd, welches jedoch mehr (70—80^0) Eisenoxyd enthält als Ocker (höchstens 30) und Colcothar (höchstens 40) und bildet ein billigeres Anstrichmaterial als Bleimennige, kann jedoch zur Kittbereitung letztere nicht ersetzen, weil es sich nicht so leicht mit Oel verseift. Auch die Haltbarkeit der Menniganstriche beruht darauf, daß sich das Oel mit dem Bleioxyd chemisch verbindet, mit dem Eisenoxyd aber nicht.

Das Eisenoxyduloxyd FeO, Fe_2O_3 bildet als Magneteisenstein schwarze regelmäßige Oktaeder, als Hammerschlag schuppige Massen von fasrigem Gefüge, dunkelgrauer Farbe und metallischem Glanz. Zu medicinischem Gebrauch erhält man es als schwarzes Pulver, indem man Eisenfeilspäne mit Wasser befeuchtet sich selbst überläßt. Der Magneteisenstein ist wichtig als Eisenerz. Der Hammerschlag dient zum Putzen des Eisens, zur Töpfer-

glasur, zum Adouciren oder Erweichen des Roheisens und zur Reduction des Quecksilbers aus Schwefelquecksilber.

Das Eisenoxydhydrat $2Fe_2O_3$, 3HO erscheint als Brauneisenstein in geraden rhombischen Säulen oder in fasrig krystallinischen Massen von pechschwarzer Farbe, giebt aber ein rostfarbiges Pulver, wie es den gewöhnlichen Eisenrost bildet und durch Fällung der Eisenoxydsalze mit Alkalien erhalten wird. Es dient als Eisenerz und das erdige, welches natürlich zum Theil mit Thon gemengt, vorkommt, unter dem Namen **Ocker** als Maler- und Anstreichfarbe, das frisch gefällte als Gegenmittel bei Arsenikvergiftungen und als Arzneimittel.

Das natürlich vorkommende erdige Eisenoxydhydrat spielt als gelber und brauner Eisenocker dieselbe wichtige Rolle unter den gelben Oel- und Wasserfarben und ganz aus demselben Grunde, wie das Eisenoxyd unter den rothen. Zur Glas- und Porzellanmalerei ist er jedoch nicht brauchbar, weil er durch Brennen den rother Ocker liefert. Der gelbe Ocker ist goldgelb und dient selbst zu grünen Mischungen. Die gelbe Erde dient selten als Maler- und Anstrichfarbe, weil sie wegen ihres starken Thongehaltes (50%) leicht abspringt, ziemlich häufig aber zum Anstreichen des Waschleders. Die rothe Sienaerde, orangegelb bis dunkelbraun, lasirt unter allen Ockerarten am meisten, doch weniger als die gebrannte. Die ächte oder türkische Umbra ist ein holzbrauner, nicht lasirender, thonhaltiger Ocker und nicht zu verwechseln mit der wohlfeileren Cölner Umbra oder Cölnischen Erde, einer erdigen Braunkohle von dunkelbrauner, in's Violette ziehender Farbe, welche übrigens eben so lasirt wie die ächte.

Das Einfachschwefeleisen, FeS ist ein schwarzes Pulver, welches an der Luft allmälig in schwefelsaures Oxydul übergeht und mit Säuren Schwefelwasserstoff entwickelt. Es kommt in der Natur meist mit andern Schwefelmetallen vor und wird erhalten, wenn man einen Brei aus Eisenfeilspänen mit Schwefel und Wasser in der Wärme eintrocknet. Man benützt es zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Das Doppeltschwefeleisen, FeS_2 erscheint natürlich als Schwefelkies in Würfeln, als Graueisenkies in geraden rhombischen Säulen, ist speis- oder messinggelb und so hart, daß es am Stahl Funken giebt, es wird von verdünnten Säuren nicht angegriffen und oxydirt sich an der Luft nur, wenn es, wie der Graueisenkies, Einfachschwefeleisen eingemengt enthält. Man benützt es zur Darstellung des Schwefels und der Schwefelsäure, denn beim Erhitzen entweicht Schwefel unter Zurücklassung von Einfachschwefeleisen mit etwas Doppeltschwefeleisen 6FeS, FeS_2, einer Verbindung, die auch natürlich unter den Namen Magnetkies vorkommt. Man stellt letztere oft auch als Material zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff dar, indem man Schwefel auf weißglühendes Eisen streut. Sonst wird sie auf Eisenvitriol benützt.

Salze. Die Eisensalze haben einen herben, zusammenziehenden Geschmack, röthen, wie fast alle Schwermetallsalze, Lackmuspapier, werden von Schwefelwasserstoff - Schwefelammonium schwarz gefällt, durch Glühen zersetzt und geben mit Borax in der innern Löthrohrflamme ein grünes, in der äußern ein braunrothes, beim Erkalten verblassendes Glas. Die Oxydulsalze sind in wasserfreiem Zustand weiß, in wasserhaltigem grün, die Oxydsalze sind gewöhnlich röthlichgelb oder braunroth. Die Verbindungen der Oxydulsalze mit den Oxydsalzen sind grün oder blau, die entsprechenden Haloidsalze verhalten sich ähnlich.

Die wichtigsten Salze sind das kohlensaure und schwefelsaure Oxydul, das Chlorür, Chlorid, Cyanürcyanid, Kaliumeisencyanür.

Ausmittlung des Eisens. Das Eisenoxydul erkennt man in seinen Auflösungen, also in seinen auflöslichen Salzen daran, daß es mit Schwefelwasserstoff keine Veränderung, mit Galläpfeltinctur dagegen erst allmälig eine violette Färbung und endlich eine schwarzblaue Fällung, mit Blutlaugensalz aber einen weißen Niederschlag giebt, der an der Luft allmälig hell- und dann dunkelblau wird. Die Oxydsalze werden von Galläpfeltinctur so-

gleich schwarzblau, von Blutlaugensalz dunkelblau und von Schwefelwasserstoff weiß gefällt. Der weiße Niederschlag ist aber blos Schwefel, weil das Eisenoxyd vom Wasser des Schwefelwasserstoffs unter Bildung von Wasser und Ausscheidung von Schwefel zu Eisenoxydul reducirt wird. Vor dem Löthrohr auf Kohle geben die Eisenverbindungen schwarzes magnetisches Eisenoxydulowyd, mit Borax in der innern Flamme ein schmutziggrünes, in der äußern ein rothbraunes, beim Erkalten blasser werdendes Glas.

Das kohlensaure Eisenoxydul, FeO,CO_2 findet sich wasserfrei als Spatheisenstein oder Eisenspath bisweilen krystallisirt in Rhomboedern, gewöhnlich aber blos krystallinisch und ist weiß oder bei theilweisem Uebergang in Oxyd gelblich bis dunkelbraun. Durch Fällung eines Oxydulsalzes mit kohlensaurem Alkali als Hydrat erhalten bildet es einen weißen Niederschlag, der sich eben so schnell oxydirt wie das freie Oxydulhydrat. Bei Ueberschuß von Kohlensäure löst es sich in Wasser und bildet so die Stahlquellen (Bocklet und Brückenau in Bayern, Ems und Wiesbaden in Nassau, Carlsbad und Marienbad in Böhmen 2c.). Der Eisenspath ist wegen seiner Reinheit von Schwefel und Phosphor eines der vorzüglichsten Erze zur Gewinnung des Rohstahls.

Das schwefelsaure Eisenoxydul, der Eisenvitriol, grüne Vitriol oder das Kupferwasser FeO,SO_3, 7HO bildet blaßgrüne schiefe rhombische Säulen von tintenartigem, herbem Geschmack, verwitert an der Luft, indem es in basisch schwefelsaures Oxyd, $2Fe_2O_3,SO_3$ von rostbrauner Farbe übergeht, löst sich in $1^1/_2$ Th. kaltem und $^1/_3$ kochendem Wasser. Aus der Lösung setzt sich gleichfalls Eisenoxyd ab. Durch gelindes Erhitzen schmilzt es in seinem Krystallwasser und zerfällt dann unter Verlust desselben zum weißen Pulver. Durch stärkere Hitze wird es zu Oxydsalz und endlich in Eisenoxyd und Schwefelsäure zersetzt.

Vorkommen. Entsteht in der Natur durch Verwitterung des Schwefeleisens, z. B. des Graueisenkieses.

Darstellung. Man erhält den Eisenvitriol meistens künstlich bei der Darstellung des Schwefels und der Schwefelsäure aus dem Schwefelkies, indem der Rückstand ($6FeS,FeS_2$), Schwefelbrände genannt, mit Wasser besprengt der Verwitterung (Oxydation) an der Luft überlassen, ausgelaugt und in Bleipfannen zur Krystallisation abgedampft wird. Man setzt einige Eisenstücke zu, damit sich kein Oxyd bildet; dadurch wird zugleich vorhandenes Kupfer vom Eisen metallisch abgeschieden. Reiner erhält man den Vitriol durch Auflösen des Eisens in verdünnter Schwefelsäure.

Wichtigkeit. Da der Eisenvitriol ohne Hilfe einer stärkeren Säure die Schwefelsäure durch bloses Erhitzen abgiebt und vorher entwässert werden kann, so ist er unentbehrlich zur Darstellung der concentrirtesten oder rauchenden Schwefelsäure. Ferner ist er das billigste Eisensalz und kann wegen seiner leichten höheren Oxydation gewöhnlich auch die Oxydsalze ersetzen und eben deshalb auch als Reductionsmittel wirken. Er dient daher besonders zum Schwarzfärben der Zeuge, des Filzes und Leders, zur Bereitung der Tinte und des Berlinerblau's, zur Reduction des Goldes und Indigos und in der Medicin.

Chloreisen. Das Chlorür, FeCl ist ein grünes, zerfließliches Salz. Man erhält es durch Auflösen des Eisens in Salzsäure und braucht es in der Kattundruckerei.

Das Chlorid, Fe_2Cl_3 ist ein braunrothes, zerfließliches Salz. Man erhält es durch Auflösen des Oxyds in Salzsäure oder des Metalles in Königswasser und braucht es in der Färberei, zum Brüniren des Eisens, als

Aetzmittel für Kupferplatten, weil es dabei kein Gas entwickelt ($Fe_2Cl_3 + 2Cu = 2FeCl + Cu_2Cl$) und als Reagens auf Gallus- und Gerbsäure, Cyan und Blausäure.

Brüniren des Eisens.

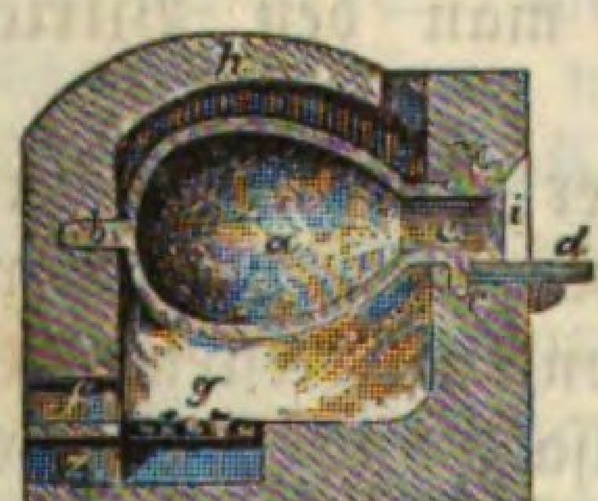
Die Brünirung des Eisens besteht in einem Ueberzug von basischem Eisenchlorid, welcher durch seine Dichtigkeit das Metall vor Rost schützt. Man bestreicht das Eisen dünn mit Eisenchlorid- oder Eisenchlorürauflösung oder mit bloser verdünnter Salzsäure und wartet, bis es eine rostgelbe Farbe zeigt; erwärmt, reibt es mit Wachs ein und wischt den Ueberschuß desselben wieder ab. Das Eisen hat nun die Farbe der Kupferbronze mit schwachem Wachsglanz. Durch schwächeres Erwärmen wird die Farbe mehr roth-, durch stärkeres mehr dunkelbraun. Zusätze von Chlorantimon und anderen Salzen sind unnöthig.

Cyaneisen. Das Cyanür, FeCy ist der weiße Niederschlag, den man durch Fällen eines Oxydulsalzes durch Kaliumeisencyanür erhält, er geht bei der Berührung mit der Luft sogleich in blaues Cyanürcyanid über. Das Cyanid, Fe_2Cy_3 ist die rubinrothe Flüssigkeit, die man erhält, wenn man zu einem Oxydsalz Kaliumeisencyanid bringt. Sie wird beim Verdunsten in Cyanürcyanid verwandelt. Von den Cyanverbindungen des Eisens kommt in der Natur keine vor.

Das Kaliumeisencyanür, gelbes oder gemeines Blutlaugensalz, 2KCy, FeCy, 3HO krystallisirt in citrongelben quadratischen Tafeln oder Säulen, die beim Zerreiben ein weißes Pulver geben, es schmeckt süßlich bitter, löst sich in 8 Th. Wasser, nicht aber in Alkohol, verliert bei schwachem Erhitzen sein Krystallwasser, wird beim Glühen in Cyankalium, Kohlenstoffeisen und Stickstoff zersetzt.

Darstellung. Man setzt ein Gemenge von stickstoffhaltigen Substanzen (getrocknetes Blut, Hornspäne, altes Leder, wollene Lumpen) in verkohltem oder unverkohltem Zustande mit Pottasche in einem eisernen Kessel unter häufigem Umrühren der Rothglühhitze aus, setzt dann 2 bis 4% Eisenfeilspäne zu, erhitzt dann bis zum Schmelzen, laugt die erkaltete Masse mit Wasser aus und verdampft zur Krystallisation. Es verbindet sich nämlich ein Theil des Kohlenstoffes der thierischen Körper mit dem Stickstoff derselben zu Cyan, ein anderer Theil des Kohlenstoffes bildet mit der Kohlensäure und dem Sauerstoff der Pottasche 3 Atome Kohlenoxydgas, welches entweicht und dann wieder zu Kohlensäure verbrennt; Kalium und Eisen verbinden sich mit dem Cyan zu Cyankalium und Eisencyanür. Beim Auslaugen bleibt thierische Kohle zurück, die zum Entfärben und Düngen brauchbar ist.

129.



Vervollkommnung der Blutlaugensalzbereitung.

Der starke, eiförmige Kessel von Gußeisen a hat einen cylindrischen Hals e, der durch eine Platte i verschlossen werden kann und mit 2 Armen c c versehen ist. Der massive, ins Mauermerk eingelassene Ansatz b trägt den Kessel. z ist der Aschenfall, f die Heizthüre, g der Rost, o der Fuchs, durch den die heiße Luft in den Schornstein entweicht, d eine Platte zur Vermeidung des Verlustes beim Ausschöpfen der Masse.

Bei diesem Verfahren geht jedoch der größte Theil des Stickstoffs, welcher als Ammoniak entweicht, für die Bildung von Blutlaugensalz verloren. Man hat daher folgendes Verfahren vorgeschlagen, wonach dieselbe Menge Stickstoffsubstanz die fünffache Menge Blutlaugensalz von der des alten Verfahrens liefern würde.

Man verarbeitet nämlich die Thierstoffe zuerst auf schwefelsaures Ammoniak und trägt ein Gemenge von schwefelsaurem Ammoniak, Schwefel und Kohle in schmelzendes Schwefelkalium. Die Hälfte des Ammoniaksalzes entweicht als Schwefelammonium und Schwefelwasserstoff und wird in Eisenvitriollösung aufgefangen, wodurch es wieder zu schwefelsaurem Ammonium wird, während Schwefeleisen niederfällt. Letzteres oxydirt sich durch Aussetzen an die Luft wieder zu schwefelsaurem Eisenoxydul. Der Stickstoff des übrigen schwefelsauren Ammoniaks bildet mit dem Kohlenstoff der Kohle und dem Schwefelkalium Schwefelcyankalium, welches sich mit zugesetztem metallischem Eisen in Schwefeleisen und Cyankalium zersetzt. Letzteres aber bildet mit dem Schwefeleisen Schwefelkalium und Cyaneisenkalium.

Man erhält es auch dadurch, daß man erhitzte atmosphärische Luft über glühende Holzkohle leitet, welche mit Pottaschenlösung getränkt ist. Ein Theil des Kohlenstoffes bildet mit dem Sauerstoff der Luft Kohlenoxydgas, ein anderer Theil desselben bildet mit dem Stickstoff der Luft Cyan und dieses mit dem Kalium des kohlensauren Kali's Cyankalium. Die Kohle mit dem Cyankalium wird dann in eine Lösung von Eisenvitriol gebracht, wo sich Blutlaugensalz bildet. Da jedoch die Cyanbildung auf diesem Wege nur bei sehr hoher Temperatur erfolgt, so wird der Preis des atmosphärischen Stickstoffes durch den Mehraufwand

an Brennstoff und die schnelle Abnützung der Apparate fast noch höher als der aus Thierstoffen. Diese Methode hat daher noch wenig Eingang gefunden. Leichter gelingt die Darstellung des Ammoniaks aus der Luft (S. 100). Dieses verwandelt sich dann durch ein rothglühendes Gemenge von Eisenfeile und Kohle, die mit Pottasche getränkt ist, in Blutlaugensalz.

Wichtigkeit. Es dient zur Darstellung des Cyankaliums, der Blausäure, des Berlinerblau's, daher auch zum Färben, zum Verstählen, zum Auflösen des Goldes und Silbers beim Vergolden und Versilbern und als Reagens auf Eisen und Kupfer.

Das Cyankalium KCy krystallisirt in wasserfreien Würfeln, welche an der Luft zerfließen und zugleich Kohlensäure anziehen, es riecht daher nach Blausäure $KCy + HO + CO_2 = KO, CO_2 + HCy$. Es schmeckt bitter und ist so giftig wie Blausäure, während das Kaliumeisencyanür blos eine purgirende Wirkung hat. Man erhält es durch Zusammenschmelzen von 8 Th. Kaliumeisencyanür mit 3 Th. kohlehaltigem kohlensaurem Kali (geglühtem Weinstein) und 1 Th. Kohle. Beim Auslaugen bleibt Kohle und reguliniſches Eisen zurück. Ein Atom Sauerstoff der Kohlensäure bildet mit dem Cyan Cyansäure und diese mit dem Kali cyansaures Kali: $2KCy, FeCy + KO, CO_2 = KCy + Fe + KO, CyO + CO$. Die Kohle reducirt das cyansaure Kali ebenfalls zu Cyankalium. Es dient zum Auflösen des Silbers beim Versilbern und für die Lichtbilder auf Papier, in der Medicin, zur Darstellung der Blausäure und zur Reduction der Metalloxyde im Kleinen. Bei der Reduction der Oxyde vor dem Löthrohr mit Soda, entsteht aus dem Stickstoff der Luft mit dem Kohlenstoff gleichfalls Cyan, daraus Cyannatrium, das sich mit dem Sauerstoff des Oxydes zu cyansaurem Natron verbindet.

Das Eisencyanürcyanid, Berliner oder Pariserblau $3FeCy, 2Fe_2Cy_3$ ist eine tief dunkelblaue erdige Masse, die durch Glätten eine kupferrothe Farbe und Metallglanz annimmt, ist geruch- und geschmacklos, in Wasser und Weingeist unlöslich, in Sauerkleesäurelösung ist sie mit blauer Farbe auflöslich, durch concentrirte Mineralsäuren und ätzende Alkalien wird sie zersetzt, beim Erhitzen entweicht Wasser, Cyanammonium und kohlensaures Ammoniak, und Kohlenstoffeisen bleibt zurück.

Darstellung. Man fällt im Großen gewöhnlich Blutlaugensalz mit Eisenvitriol, es entsteht ein weißer oder höchstens blaßblauer Niederschlag von Eisencyanür: $2KCy, FeCy + 2FeO, SO_3 = 2KO, SO_3 + 3FeCy$, welches an der Luft zum Theil in Oxyd, zum Theil in Cyanürcyanid übergeht: $9FeCy + 3O = 3FeCy, 2Fe_2Cy_3 + Fe_2O_3$. Das gelbe Eisenoxyd giebt der blauen Farbe einen Stich ins Grünliche. Um daher das Eisen rascher und vollständiger zu oxydiren und dann Eisenoxyd aufzulösen, erhitzt man den Niederschlag mit etwas Salpetersäure und dann mit Schwefelsäure. Setzt man dem Eisenvitriol etwas Alaun zu, so erhält man durch das mitgefällte Thonerdehydrat mehr, aber auch ein helleres Blau.

Fällt man Eisenoxydsalze mit Kaliumcyanür, so erhält man kein Eisencyanür, sondern sogleich einen dunkelblauen Niederschlag von Cyanürcyanid, womit sich ein Theil des unzersetzten Fällungsmittel verbindet, z. B. $2Fe_2O_3, SO_3 + 4(2KCy, FeCy) = 6KO, SO_3 + 3FeCy + 2Fe_2Cy_3 + (2KCy, FeCy)$.

Das Berlinerblau dient als blaue Anstrichfarbe, in der Färberei und Kattundruckerei als Chemischblau, die Auflösung in Sauerkleesäure als blaue Tinte und Saftfarbe.

Das Berlinerblau ist ein tiefes glänzendes Blau, hat eine schwache Neigung ins Grüne, die sich aber durch einen Zusatz von rothem Lack verliert. Bei Kerzenlicht erscheint es fast noch stärker grün als Bergblau. Eine Mischung desselben mit Indigcarmin soll ihre Farbe bei Kerzenlicht völlig unverändert behalten. Durch Alkalien und auf frischem Kalkgrund, so wie durch Sonnenlicht wird es grau, indem allmälig eine ähnliche Zersetzung, wie beim Erhitzen unter Zurücklassung von Kohlenstoffeisen zu erfolgen scheint. Auf Holz, Papier und Leinwand hält es im Schatten ziemlich gut. Es dient daher besonders als Malerfarbe. Zum Anstreichen und Lackiren kam es seit der Verbreitung des Ultramarins merklich außer Gebrauch und dient nur noch bisweilen dazu, um dem Ultramarin mehr Tiefe zu geben, und mit Bleiweiß zu ordinären hellblauen Anstrichen; es liefert zwar kein besondres schönes und haltbares Blau, allein bei der Deckkraft des Bleiweiß leistet ein solcher Anstrich so viel als zwei von Ultramarin.

Das Kaliumeisencyanid, rothes Blutlaugensalz, $3KCy + Fe_2Cy_3$ krystallisirt in rubinrothen Säulen und wird erhalten, wenn man in eine Auflösung des $2KCy, FeCy$ so lange Cl leitet, als es noch Eisenoxydsalze blau fällt: $2(2KCy, FeCy) + 2Cl = KCl + 3KCy, Fe_2Cy_3$. Es fällt Eisenoxydulsalze dunkelblau (als Cyanürcyanid) nieder: $4FeO, SO_3 + 2(3KCy, Fe_2Cy_3) = 4KO, SO_3, (3FeCy, 2Fe_2Cy_3) + (2KCy, FeCy)$. — Eisenoxydsalze werden davon nicht gefällt, sondern blos rubinroth gefärbt, indem Cyanid entsteht: $Fe_2O_3, 3SO_3 + 3KCy, Fe_2Cy_3 = 3KO, SO_3 + 2Fe_2Cy_3$. Es dient dazu, um zu ermitteln, ob Eisenoxydsalze frei von Oxydul sind, und wird auch in der Färberei gebraucht.

Kohlenstoffverbindungen des Eisens (Eisencarburete). Es gehören dazu alle technisch benützten Eisensorten: Roheisen, Stabeisen und Stahl.

Roheisen. Man unterscheidet weißes und graues.

Das **weiße Roheisen** enthält 4 bis 6% chemisch gebundenen Kohlenstoff, ist silberweiß von krystallinisch blättrigem Gefüge und heißt deshalb beim stärksten Kohlenstoffgehalte **Spiegeleisen** ($Fe_4C = 5{,}10\%$ C.), hat ein specifisches Gewicht von 7,5, ist so hart, daß es Glas schneidet und von Stahlinstrumenten nicht angegriffen wird, und so spröde, daß es unter dem Hammer zerspringt, ohne einen Eindruck davon anzunehmen. Durch starkes Erhitzen in geschmolzenem Zustand und sehr langsames Abkühlen wird es in graues Roheisen umgewandelt.

Man benützt es vorzüglich zur Darstellung von Gußstahl.

Das **graue Roheisen** enthält nur 3 bis 5% Kohlenstoff, wovon nur ein Theil chemisch gebunden, der übrige als sehr feine Graphitblättchen beigemengt ist. Es hat ein körniges Gefüge und ein specif. Gew. von 7,0. Es ist so weich, daß es sich mit Stahlinstrumenten bearbeiten läßt und vom Hammer Eindrücke annimmt. Es schmilzt bei stärkerer Hitze als das weiße, wird aber dabei dünnflüssig, das weiße dagegen bleibt breiartig. Durch schnelles Abkühlen in glühendem Zustand wird es in weißes Roheisen verwandelt.

Adouciren oder Weichmachen des Gußeisens. Durch anhaltendes Glühen unter Hammerschlag oder in freiem Flammfeuer, z. B. in einem Töpferofen wird es so weich wie Schmiedeisen. Nur muß man vor dem Bearbeiten die harte Rinde von Eisenoxyduloxyd durch Salzsäure entfernen. Bei einer Stärke des Eisens von 1/4 Zoll ist aber zur Erweichung bis ins Innerste mehrwöchentliches Glühen erforderlich.

Darstellung des Roheisens. Man erhält es beim Ausschmelzen der Eisenerze im Großen. Man **röstet** die Eisenerze, um den Zusammenhang zu mindern [1]), das hygroscopische und Hydratwasser, sowie die Kohlensäure auszutreiben, weil man dadurch im Ofen Wärme verlieren würde, und etwa vorhandenen Schwefel und Arsenik möglichst zu entfernen.

130.



Das Rösten besteht darin, daß man das Erz im Freien mit Brennmaterial auf Haufen schichtet oder, um die Wärme besser zusammenzuhalten, in mit 3 oder 4 Mauern umgebenen Räumen, mit festgestampftem oder gepflastertem Boden (Röstheerde oder Stadeln). Die Fig. zeigt eine Reihe solcher Stadeln. Am zweckmäßigsten sind jedoch hiezu Oefen von ähnlicher Einrichtung wie der Kalkofen Fig. 115 S. 106 mit flammendem Brennmaterial.

Thonhaltige Erze läßt man auch längere Zeit an der Luft **verwittern**, wodurch sich der Thon durch Frostkälte lockert und mechanisch ablöst und das beim Rösten entstandene Einfachschwefeleisen in schwefelsaures Eisenoxydul übergeht, welches durch Regen oder aufgegossenes Wasser ausgewaschen wird. Ist Eisenoxydul vorhanden, so geht es in Oxyd über, was

---

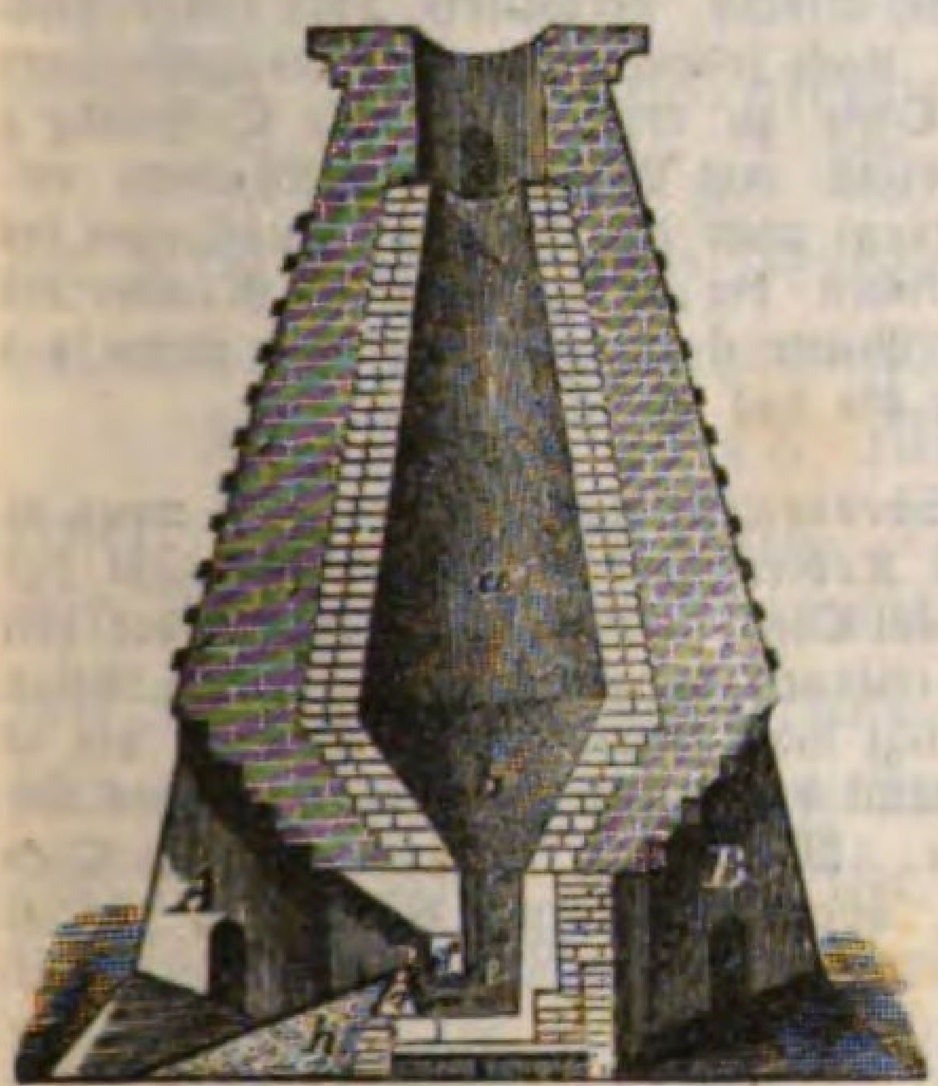
1) Sogar harte Eisenglanze und Rotheisensteine werden eben so mürbe dadurch, wie Kieselsteine, welche durch starkes Erhitzen so viefach zerklüften, daß man sie nachher leicht stoßen kann.

gleichfalls eine Auflockerung zur Folge hat. Dann werden die Erze durch Pochen mit Hämmern oder durch Quetschwalzen zerkleinert.

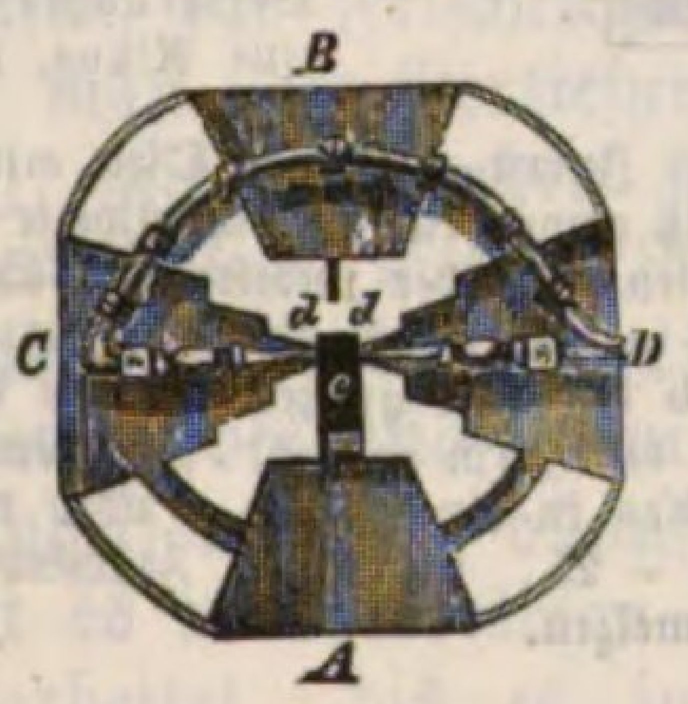
Zur Erhöhung der Schmelzbarkeit versetzt man die Erze mit leicht schmelzbaren Zusätzen, die Schlacken erzeugen, **Zuschläge** oder **Flüsse**. Es sind Silicate von Kalk und Thonerde. Man wendet daher gewöhnlich Quarz, Kalkstein, Thonmergel und dergl. dazu an. Die meisten Eisenerze enthalten schon von Natur aus solche Zuschläge. Man hat daher bald mehr Quarz, bald mehr Kalk oder Thon zuzusetzen oder wenn verschiedene Erze zu Gebote stehen, in richtigem Verhältnisse zusammenzubringen, oder zu **gattiren.** Das durch Zuschläge oder Gattirung erhaltene Gemenge heißt die **Beschickung.** Sie darf höchstens 50% Eisen enthalten.

Statt Kalkstein hat sich der gebrannte Kalk trotz der Kosten für das Brennen weit vortheilhafter als Zuschlag gezeigt, da die frei werdende Kohlensäure zur Umwandlung in Kohlenoxyd 10% der angewendeten Cooks verbraucht und dabei gegen 25% weniger Eisen liefert. Ein zweckmäßiger Zuschlag ist der Flußspath (etwa 1/2% vom Gewichte des Eisens), er giebt einen dünnen Fluß, liefert daher 5—6% mehr Eisen und verhindert die Bildung von Graphit, das Eisen ist daher reiner.

131.



132.



Die vorbereiteten und gattirten Erze werden in eigenen Oefen, **Hohöfen** ausgeschmolzen. Der Hohofen. Die Hohöfen sind gemauerte Räume von der Form zweier mit der Basis auf einander stehender Kegel, wovon der obere a der **Schacht** und der untere b die **Rast** heißt. Man füllt den angewärmten Ofen durch die obere Oeffnung oder **Gicht** mit abwechselnden Schichten von Kohlen und Erz. Die Verbrennung der Kohlen wird durch gewärmten Gebläsewind, D C befördert und reducirt zugleich das Eisenoxyd. Das reducirte Eisen verbindet sich aber sogleich mit Kohlenstoff zu Roheisen und sammelt sich in der Tiefe des unteren Theils des Ofens, oder des **Gestelles** c, auf dem **Heerd** e, wo es abgelassen oder mit lehmbestrichenen Löffeln ausgeschöpft wird. Es wird so lange fort geschmolzen als der Ofen dauert. Das entwickelte Kohlenoxydgas verbrennt in der Gicht zu Kohlensäure und bildet so die Gichtflamme, welche zur Erwärmung der Gebläseluft benützt werden kann.

d sind die **Formen**, d. h. mit Eisen oder Kupfer gefütterte Oeffnungen, in denen die **Düsen** liegen, nämlich die conischen Metallröhren, in denen die Gebläse ausmünden, f ist der **Tümpelstein** oder Tümpel, welcher quer über den Heerd lauft und an seiner vordern Unterkante dem **Tümpeleisen** (das kleine schwarze Quadrat) Platz läßt, an welchen sich eine Eisenplatte, das **Tümpelblech** senkrecht anlehnt, um den Tümpel vor Beschädigungen zu schützen. Der **Wallstein** g schließt die Vorderseite des Heerdes bis auf eine Spalte, die er zwischen sich und der einen Seitenmauer (**Backe**) des Heerdes läßt, diese wird mit Gestübe ausgerammt. In diese Masse macht man den **Stich**, d. h. die Zapföffnung zum Ablassen des Eisens. h ist die **Schlackentrift**, ein wallförmiger Ansatz, mit einer Eisenplatte belegt, der nur 1/3 des Raumes zwischen dem Gemäuer einnimmt, über den die Schlacken abfließen oder mit Werkzeugen abgezogen werden. A heißt die **Arbeitseite**, B die **Rückseite**, C und D die **Windseiten** des Ofens. Die weißen Theile der Figur bestehen aus feuerfesten Steinen, die übrigen Theile sind Sandstein. Das äußere Gemäuer heißt der **Mantel**, das innere das **Futter.** Zwischen beiden ist meist ein schmaler mit Sand, Asche oder einem andern schlechten Wärmeleiter ausgefüllter Raum, die **Füllung**, um die Wärme zusammenzuhalten und die Feuchtigkeit auszulassen. Dasselbe bezwecken die **Abzüchte**, wie hier unter der Eisenplatte, worauf der Bodenstein des Heerdes ruht.

133.



Eisengießerei.

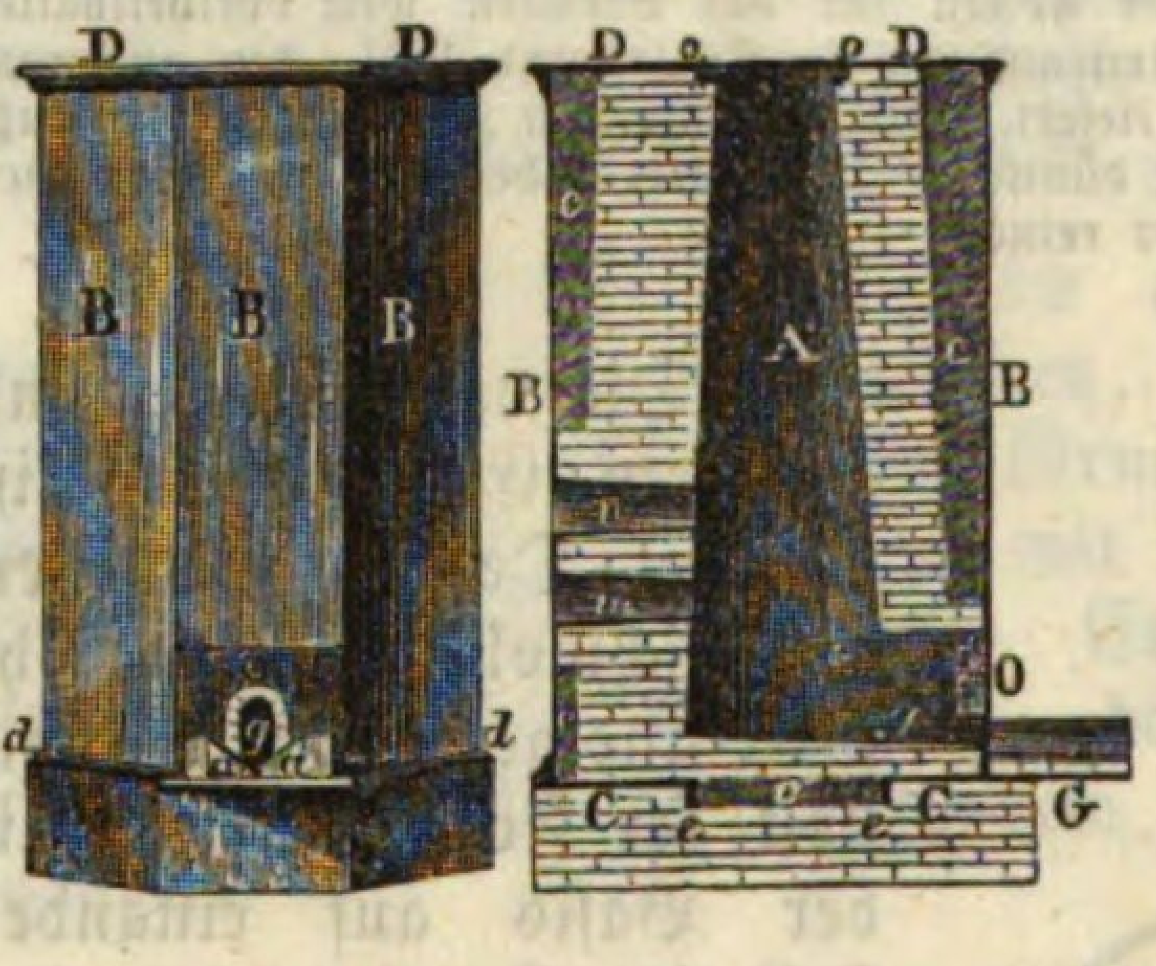
Um größere Gegenstände zu gießen, als der Hohofen auf einmal Eisen liefern kann, oder für Gußwaaren, die man sich von entfernten Hütten nicht wohl verschaffen kann, sowie für Maschinenfabriken hat man Gießereien in der Nähe großer Städte angelegt. Für kleinere Gegenstände wendet man Thon- oder Graphittiegel an in Zugöfen, welche auch zum Rösten und Destilliren dienen. Der Tiegel steht auf dem Roste e. Der Zug kommt durch d aus dem Keller herauf und geht durch den Fuchs b in den Schornstein c. Durch h legt man Kohlen nach und durch n beobachtet man das Feuer. Die Oeffnung i dient für Retorten und Muffeln (Fig. 134), welche auf 2 Stäben o o ruhen

134.



Für größere Gegenstände bedient man sich niedriger Schachtöfen (Cupolo-Oefen) und für sehr große Flammöfen (ähnlich Fig. 101 S. 89).

135.



Cupoloofen.

Der Cupoloofen steht auf dem Gemäuer C auf der Eisenplatte d d und ist von den 8 Seitenplatten B B B eingefaßt und von den 4 Platten D, oder einer großen Platte mit einer Oeffnung o o bedeckt. Auch die Bodenplatte hat eine Oeffnung e e. Der Raum c′ ist mit Sand ausgestampft, darüber eine Schichte Steine und dann eine Schichte feuerfester Thon, gemengt mit Sand. Der innere Raum ist mit feuerfesten Steinen aufgemauert, der Zwischenraum c c c ist mit einem schlechten Wärmeleiter gefüllt. Die Platte O ist blos mit einer Schichte Steine vermauert oder mit Lehm belegt, weil sie nach jedem Schmelzen weggenommen wird, um den Ofen zu repariren. Die Oeffnung g wird beim Schmelzen mit Lehm und Backsteinen vermauert, unten bringt man das Loch zum Ausfließen des Eisens an. Zwischen die 2 aufstehenden Ränder des Vorsprunges der Platte d schlägt man aus Lehm a a eine Rinne, über die das Eisen abfließt.

136.



Zuerst wird der Ofen mit glühenden Kohlen gefüllt, und wenn er heiß geworden, schichtenweise mit Kohlen und Ei'en. Man läßt das Eisen entweder unmittelbar aus dem Ofen in die Form fließen oder holt es in mit Thon ausgeschmierten eisernen Pfannen c c mit Handhaben a b b. Für größere Stücke schmilzt man zuerst so viel Eisen, bis es an die Form m geht, verstopft dann diese und legt die Düse des Gebläses in eine zweite n oder dritte. Man kann in einem solchen Ofen 24 — 25, in einem Flammofen über 50 Centner Eisen auf einmal schmelzen.

Wichtigkeit. Das graue Roheisen dient wegen seiner Leichtschmelzbarkeit, Dünnflüssigkeit und großen Billigkeit zum Gießen von Gefäßen, Röhren, Oefen, Gittern, Maschinentheilen und selbst zur Herstellung ganzer Gebäude. Das weiße Roheisen dient wegen seiner Dickflüssigkeit zur Herstellung des Frischeisens, weil diese seine Berührung mit der atmosphärischen Luft begünstigt und verhindert, daß es durch die Kohlen herabfließt. Für Walzen, Stampfwerke u. dgl. gießt man das Gußeisen in eiserne Formen, welche dasselbe so rasch abkühlen, daß es eine harte Rinde von weißem Roheisen erhält. Das Verfahren heißt Schalenguß.

Eiserne Wasserleitungsröhren.

Eisenröhren werden durch Quellwasser nicht merklich angegriffen, weil es nur Spuren von Sauerstoff aufgelöst enthält, weit mehr durch Regen- und Flußwasser. Lufthaltiges Wasser greift es um so stärker an, je größer dessen Gehalt an Chlormetallen ist, während kohlensaure Salze das Rosten sehr verzögern. Bei weitem stärker wird das Rosten der Außenseite dieser Röhren durch das feuchte Erdreich bewirkt, weil es bei seiner Porosität den Luftzutritt nicht blos gestattet, sondern selbst begünstigt.

Das Stabeisen hat 7,6 spec. Gew., enthält $^1/_6$ bis $^1/_2$% Kohlenstoff, hat schon ziemlich die Eigenschaften des reinen Eisens, ist um so weicher und zäher, je weniger, und um so härter und spröder, je mehr Kohlenstoff es enthält. Chemisch reines, ganz kohlenstofffreies Eisen wäre zum technischen Gebrauche zu weich. Ein Schwefelgehalt macht es rothbrüchig, d. h. es läßt sich kalt biegen, bricht aber in der Glühhitze. Phosphorgehalt macht es kaltbrüchig, d. h. es läßt sich warm, aber nicht kalt biegen. Jedoch

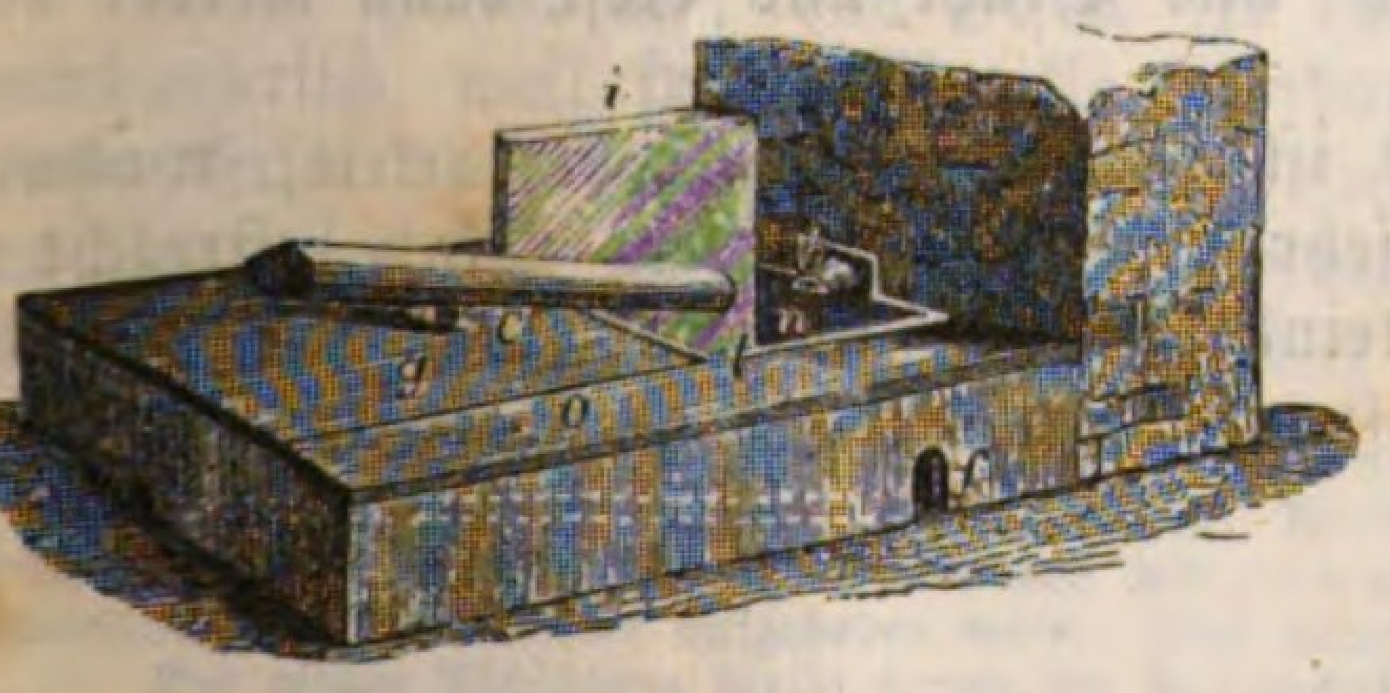
kann ein kleiner Gehalt von Phosphor die schädliche Wirkung des Schwefels aufheben, wahrscheinlich, indem er den Kohlenstoff austreibt und dadurch die Bildung von Schwefelkohlenstoff veranlaßt. Durch fortgesetzte Erschütterungen wie an Drehbänken, Wagenaxen und Dampfkesseln verliert es seine faserige, zähe Beschaffenheit und wird grobkörnig und brüchig. In freiem Feuer schmilzt das Stabeisen bei der stärksten Hitze einer Schmiedesse, in einem Gefäße aber nur im stärksten Feuer eines Gebläseofens (S. 134).

Das Gefüge des Stabeisens ist ursprünglich feinkörnig-krystallinisch und bleibt es auch beim Hämmern oder Schmieden nach zwei Seiten (d. h. nach Länge und Breite), aber es wird faserig oder sehnig durch Walzen oder einseitiges Strecken mit dem Hammer. Das sehnige Eisen wird durch längeres Erhitzen (Verbrennen) oder lange fortgesetzte Erschütterung wie bei Wagen- und Mühlaxen wieder krystallinisch, und zwar grobkörnig oder schuppig und brüchig (kaltbrüchig). Das sehnige Eisen ist zäher als das körnige; dafür ist das körnige nach jeder Seite gleich biegsam, während das faserige leicht parallel der Faser spaltet. Draht und Stäbe müssen je nach der Art ihrer Benützung, bald geschmiedet — also Feinkorneisen, bald gewalzt oder gezogen — also sehnig sein. Das geschmiedete oder geschlagene Blech kommt dagegen nicht mehr vor, das Blech wird fast ohne Ausnahme gewalzt, weil es schneller, glatter und gleichmäßiger erhalten wird.

Darstellung. Man erhält das Stabeisen aus dem Roheisen, indem der Kohlenstoff durch Verbrennung zu Kohlenoxyd daraus entfernt wird. Dazu hat man zwei Verfahrungsweisen, das Frischen und das Puddeln.

Beim Frischen füllt man die Vertiefung des Frischheerdes, ähnlich einer Schmiedeesse (Fig. 137) mit glühenden Kohlen und bedeckt es auch mit Kohlen. Man nimmt gewöhnlich weißes Roheisen dazu, oder verwandelt wenigstens das graue zuvor in weißes, affinirt es, weil zwar der fein zertheilte chemisch gebundene Kohlenstoff, nicht aber der Graphit leicht verbrennt und das weiße Roheisen nicht dünnflüssig wird. Die durch ein Gebläse verstärkte Hitze bringt es in breiartigen Fluß, es wird dann wiederholt aufgebrochen und durchgearbeitet, bis es immer zäher und endlich ganz fest wird. Man schlägt nun die Schlacke ab, bringt es unter dem Hammer in eine längliche Form, wodurch zugleich alle noch anhängende Schlacke entfernt wird. Hierauf wird es in kleinere Stücke zerschlagen und diese zu Stäben ausgeschmiedet. — Bei diesem Verfahren oxydirt sich das Eisen oberflächlich zu Eisenoxydul, welches mit der Kieselsäure der Asche eine Schlacke bildet. Beim Hineinarbeiten verbindet sich der Sauerstoff des Eisenoxyduls mit dem Kohlenstoff des noch vorhandenen Roheisens zu Kohlenoxyd, welches an der Oberfläche zu Kohlensäure verbrennt. Mit dem Verluste des Kohlenstoffes wird es immer schwerer schmelzbar und daher endlich ganz fest.

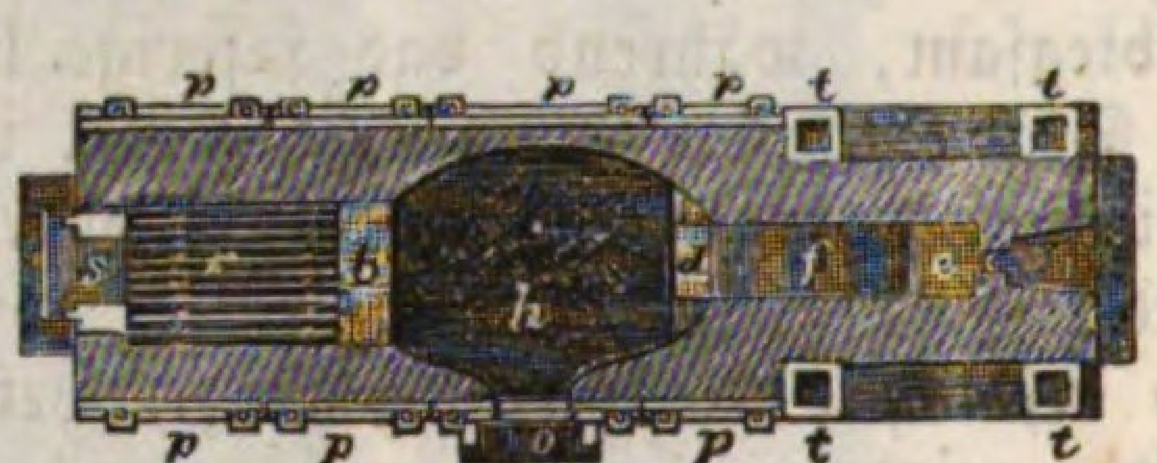
137.



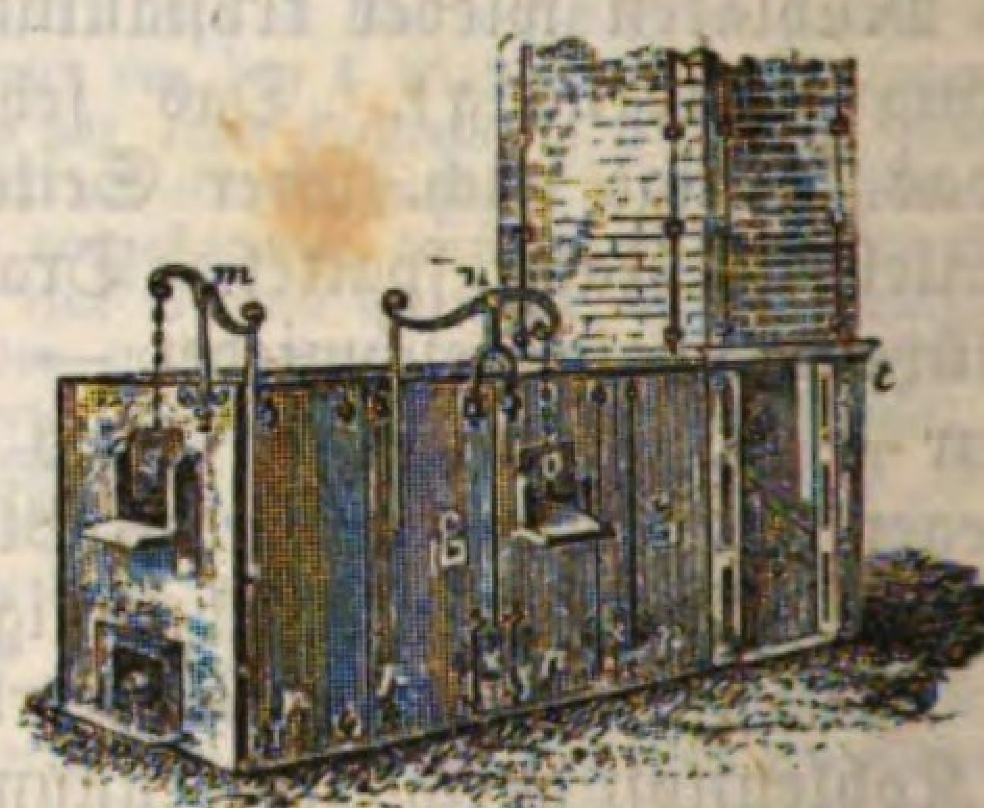
Die Heerdgrube ist mit eisernen Platten, Zacken ausgekleidet, (n der Formzacken zwischen C l der Gichtzacken, i der Aschenzacken, l der Schlackenzacken) und der Boden mit der Bodenplatte bedeckt. Der Aschenzacken i ist etwas höher als die 3 andern, um zu verhindern, daß Asche und Unreinigkeiten, welche sich hinter demselben ansammeln, in die Heerdgrube fallen. Auf die schwach geneigte Platte g bringt man das plattenförmige Roheisen, so daß sich der Gebläsewind b an seiner vorderen Kante bricht und rückt es, so wie es abschmilzt, vor. Die Neigung der Düse kann man verändern und den Windstrom, welchen sie vom Gebläse erhält, durch den Hahn C reguliren. Unter der Schlackenplatte O ist ein nach f sich verengernder Raum, durch den bei f die Schlacke abgelassen wird. Frischheerd.

Das Puddeln[1]) geschieht im Puddlingsofen (Fig. 139), welcher eine ähnliche Einrichtung hat wie der Calcinirofen (S. 89). Das Eisen wird auf den Heerd h gebracht und kommt also hier nicht unmittelbar mit dem Brennmaterial, sondern nur mit der Flamme desselben in Berührung. Man wendet daher flammende Brennstoffe (Steinkohle, Holz, Torf) an. Das Eisen wird gleichfalls wiederholt gewendet und über den ganzen Heerd ausgebreitet. Es wird immer steifer und zuletzt ganz sandig, man verstärkt dann die Hitze, wodurch es wieder Zusammenhang gewinnt. Der Kohlenstoff wird hier gleichfalls als Kohlenoxyd abgeschieden, jedoch mittelst unmittelbarer Aufnahme des Sauerstoffes aus der Luft.

138.



139.



r ist der Rost, b die Feuerbrücke, d die Fuchsbrücke, welche das Austreten des geschmolzenen Eisens in den Fuchs f hindert. Beide bestehen zum Theil aus feuerfesten Steinen, zum Theil aus einem Stücke Gußeisen c, durch welches während des Puddelns Wasser geleitet wird, um es vor dem Schmelzen zu schützen. Der Heerd besteht aus kleinen Schlackenstücken auf einer eisernen Heerdplatte, unter der sich ein leerer Raum befindet, o ist die Arbeitsöffnung, p p sind verankerte Platten, um das Gemäuer zusammenzuhalten; t t 4 eiserne Tragstempel, auf denen das Gemäuer der hohen Esse e ruht. Durch x x gelangt man unter die Heerdplatte Durch l schafft man Asche und geschmolzene Theile des Gemäuers aus der Esse, die sich hier ansammeln.

Das Puddeln hat vor dem Frischen den Vorzug, daß es weniger und billigeres Brennmaterial erfordert und in derselben Zeit die Verarbeitung weit größerer Eisenmassen gestattet.

Zur Entfernung des Phosphors und Schwefels soll man dem Eisen beim Puddeln $^3/_8$ bis $^1/_2$% seines Gewichtes eines Gemenges von 6 Th. Chlornatrium, 3 Th. Manganhyperoxyd und 1 Theil Thon zusetzen. Das entwickelte Chlor bildet mit dem Phosphor und Schwefel eine flüchtige Verbindung, die in der Hitze entweicht. Dasselbe soll Aufspritzen von Wasser bewirken, indem Schwefel- und Phosphorwasserstoff entsteht.

Wichtigkeit. Die wichtigste Eigenschaft des Stabeisens ist seine Schmiedbarkeit, wodurch nicht blos Stücke zu einem Ganzen vereinigt, sondern auch aus freier Hand in jede beliebige Form gebracht werden können. Dabei verbindet es eine bedeutende Härte mit großer Zähigkeit, ohne jedoch Feile und Bohrer bei seiner Bearbeitung so schnell abzunützen wie das Gußeisen. Es wird vorzüglich zu Blech und Draht und diese dann weiter verarbeitet.

Der größte Fehler des Eisens ist seine leichte Oxydirbarkeit, wodurch es, namentlich in feuchter Luft, so sehr vom Roste leidet. Man bestreicht es dagegen mit einem Gemenge von Steinkohlentheer und Kalkpulver, mit Leinölfirniß, oder blos mit Fett, um Luft und Feuchtigkeit abzuhalten. Wo dies

1) Nach dem Erfinder dieses Verfahrens, Cort Puddling.

nicht angeht, schützt am besten das Einwickeln in Fließpapier, welches wenigstens als hygroscopischer Körper die Feuchtigkeit abhält. Auch das Verzinnen des Eisenbleches geschieht zum Schutze gegen den Rost. Ist aber eine Stelle des Eisens von der Verzinnung entblößt, so wird sie noch weit schneller vom Roste zerfressen, als unverzinntes Eisen, weil das Zinn gegen das Eisen electronegativ ist und dessen Oxydirbarkeit noch erhöht. Man wendet daher jetzt häufig statt der Verzinnung die Verzinkung an. Das Zink ist gegen das Eisen electropositiv und schützt es daher wahrhaft gegen Rost, auch wenn es stellenweise entblößt wird. Allein für Speisegeräthe geht dies nicht an, weil sich das Zink durch Säuren und Salze leicht oxydirt und dann die Nahrungsmittel vergiftet. Zu Abdampfgefäßen für Alaun und Vitriol wird auch häufig verbleites Eisen benützt, weil die ganz aus Blei verfertigten Gefäße viel theurer sind.

Vortheilhaft kann das Rosten wirken beim Eisenkitt (Eisenfeile, Salmiak und Schwefelblumen); die zu verkittenden Fugen schließen sich durch den entstehenden Rost. Das Rosten eiserner Behälter hindert ferner das Faulen des Wassers, weil das Eisen den zur Fäulniß nöthigen Sauerstoff der vorhandenen Luft anzieht.

Der Stahl ist ein Mittelding zwischen Roh- und Stabeisen, enthält 1% Kohlenstoff, hat 7,7 bis 7,9 spec. Gew., einen feinkörnigen Bruch, ist von hellerer Farbe, härter und elastischer als Eisen, schmilzt schwerer als Guß-, aber leichter als Stabeisen, hält den Magnetismus sehr fest, während ihn das Stabeisen um so leichter wieder verliert, je weicher, oder je ärmer an Kohlenstoff es ist, Roheisen dagegen nimmt nur wenig auf. Glühend ist der Stahl schmiedbar wie Stabeisen und in langsamer Abkühlung noch weicher als dieses.

Das Härten oder Anlassen des Stahls.

Wird dagegen der Stahl nach dem Erhitzen plötzlich abgekühlt, so wird dadurch seine Härte bedeutend verändert. Bei einer Temperatur, welche von der stärksten Glühhitze bis herab zum Ziegelrothglühen geht, wird er durch plötzliches Abkühlen glashart und sehr spröde. Von dieser Temperatur an bis zu den niedrigsten Hitzegraden herab wird er aber im Gegentheil um so weicher, je heißer er beim Abkühlen, und um so härter, je weniger heiß er beim Abkühlen ist, so daß er beim Dunkelrothglühen abgekühlt, die Weichheit des Stabeisens, nach sehr schwachem Erwärmen hingegen abgekühlt, mehr als Glashärte zeigt.

Worauf das Härten beruht.

Obgleich aber der Stahl zwischen den angegebenen Temperaturgrenzen um so weicher wird, je mehr er Wärme aufgenommen hat, so wird er doch im Gegentheile wieder um so härter, je rascher ihm die Wärme durch das Abkühlungsmittel entzogen wird, also um so härter, je kälter die abkühlende Flüssigkeit und je besser sie die Wärme leitet, daher härter durch mit Schwefelsäure versetztes Wasser als durch bloses Wasser und noch härter durch geschmolzene Metalle.

Man nimmt an, das Eisen sei ein dimorpher Körper, das Roheisen rhomboedrisch, weil spröde Metalle überhaupt rhomboedrisch krystallisiren. Das weiche Eisen aber krystallisirt in Würfeln oder tesseral. Der Stahl sei nun eine Legirung von tesseralem und rhomboedrischem Eisen und das Härten beruhe auf der Umgestaltung der einen Art in die andere.

Durch die Erhitzung erhalten die Theile (Molecüle) die erforderliche Beweglichkeit; durch die rasche Abkühlung nähern sie sich einander. Eine ähnliche Wirkung wie die Abkühlung hat daher das Hämmern. Jedoch wirkt letzteres nur nach einer Richtung und erhitzt den Stahl zugleich, wodurch die Wirkung des Hämmerns zum Theil wieder aufgehoben wird. Das Hämmern wirkt daher schwächer, als das Abkühlen.

Bei rascher Abkühlung bleibt ferner der Kohlenstoff mit dem Eisen verbunden, bei langsamer scheidet er sich theilweise als Graphit ab, was man beim Auflösen in Säuren findet. Ein kleiner Zusatz von Mangan (nicht über $^{5}/_{1000}$) hält den Kohlenstoff in gebundenem Zustande zurück, beseitigt aber den Schwefel.

Das Verfahren, dem Stahl seine passende Härte zu geben, heißt das **Härten, Anlassen** oder **Nachlassen.** Man erkennt die Temperatur an der Farbe, womit der blank gemachte Stahl beim Erhitzen anlauft, indem er sich mit einer allmälig zunehmenden Schichte von Glühspan bedeckt. Er erscheint dadurch zuerst blaßgelb, dann goldgelb, braun, purpurn, hell- und endlich dunkelblau.

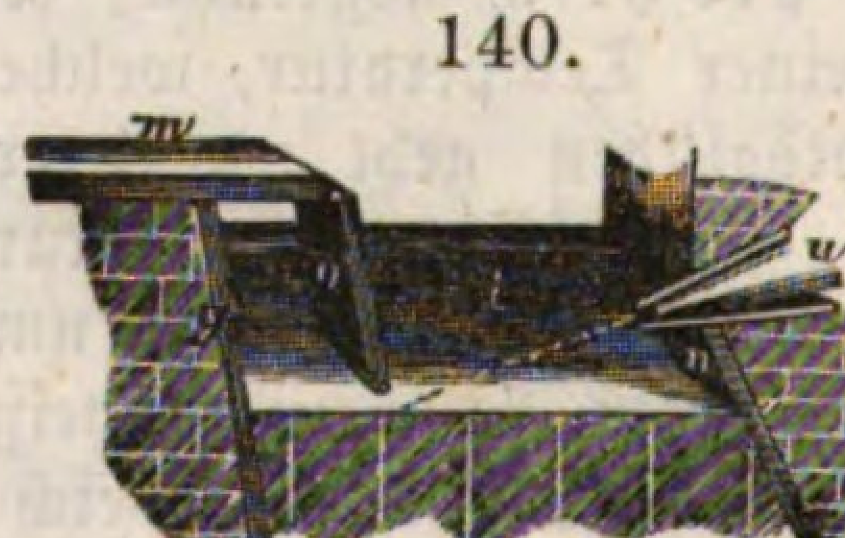
Die Feilen läßt man glashart an, weil sie ganz besonders der Abnützung, weniger aber dem Abspringen unterworfen sind. Feine chirurgische Instrumente läßt man blaßgelb anlaufen, weil sich ihre Schneiden und Spitzen bei ihrer Feinheit schnell abnützen, Rasir- und Federmesser goldgelb, Instrumente zur Bearbeitung des Eisens braun, weil hier zwar allerdings große Härte wünschenswerth, aber zugleich auf das Abspringen Rücksicht zu nehmen ist; Uhrfedern blau, damit sie durch Biegung nicht so leicht zerbrechen, weil mit der Härte nicht blos die Elasticität, sondern auch die Sprödigkeit zunimmt. Sägenblätter und Bohrer dunkelblau, erstere, weil sie sich ausfeilen lassen müssen, letztere, weil sie dem Abbrechen sehr ausgesetzt sind.

Durch fortgesetztes Glühen verliert der Stahl endlich seinen Kohlenstoff und wird dann natürlich durch Ablöschen nicht mehr hart.

Zu stark (über Ziegelroth) erhitzter Stahl heißt **verbrannt,** er ist so grobkörnig, daß er keine feine Schneide mehr liefert und so spröde, daß er nicht mehr steht (springt ab). Durch einigemal wiederholtes Eintauchen in kochendes Wasser in rothglühendem Zustande erhält er seine vorige Feinheit und Geschmeidigkeit wieder und läßt sich hierauf durch Erhitzen und Ablöschen in kaltem Wasser beliebig härten.

Darstellung des Stahls. Man erhält den Stahl entweder dadurch, daß man dem Roheisen Kohlenstoff entzieht, oder dem Stabeisen Kohlenstoff zusetzt, und unterscheidet danach Roh- und Cämentstahl.

140.

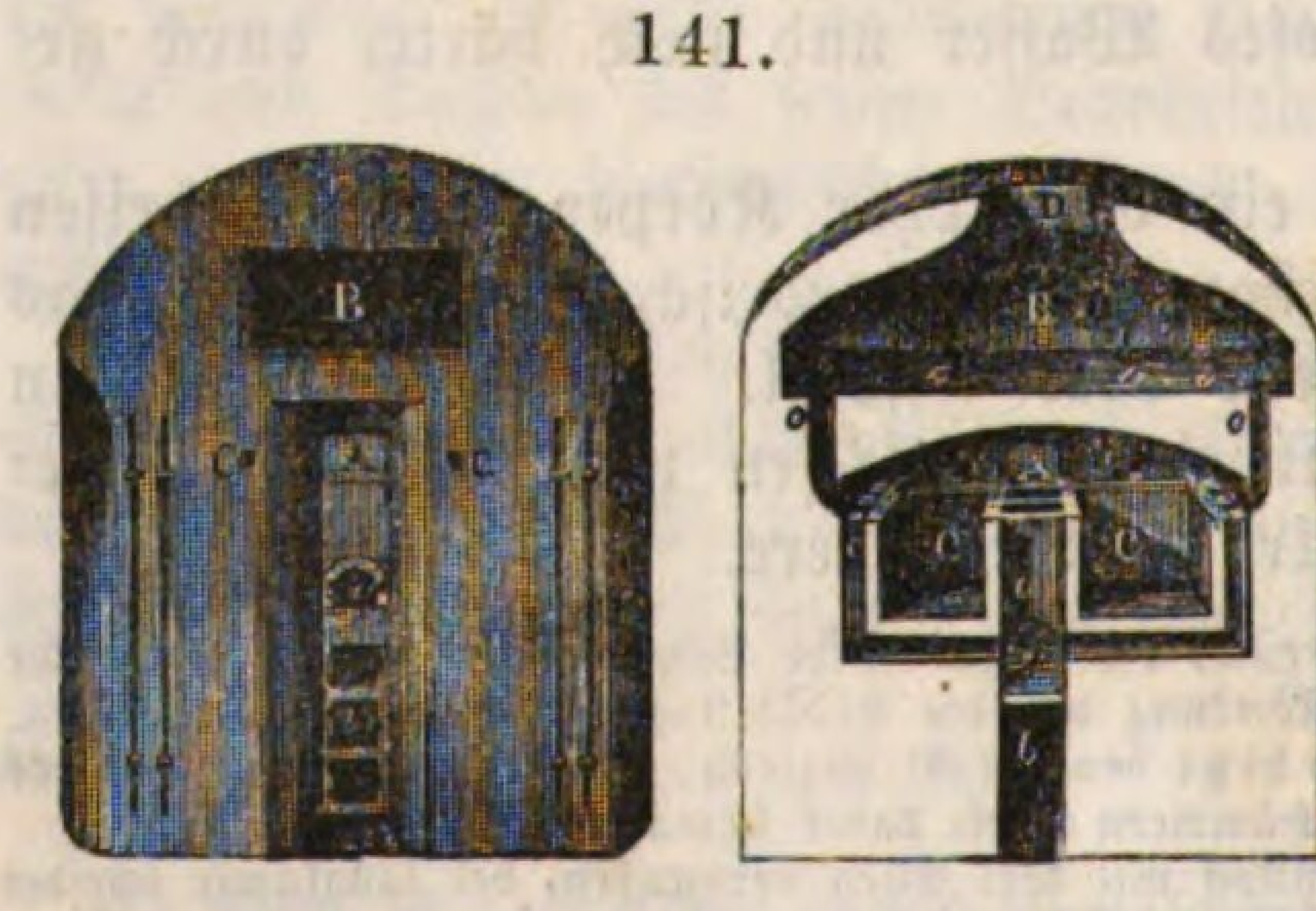


Den **Roh-** oder **Schmelzstahl** erhält man durch langsames Frischen des weißen Roheisens und zwar unter dem Gebläsewind, während das Stabeisen über oder vor dem Gebläsewind erzeugt wird.

Um **Cäment-** oder **Brennstahl** zu erhalten, schichtet man Stäbe von hartem, zähem Stabeisen, am besten von dem aus Spatheisenstein gewonnenen, in Thonkästen zwischen Kohlenpulver und Kohlenstücken, bedeckt das Ganze mit Sand und glüht mehrere Tage. Die Oberfläche des Eisens nimmt Kohlenstoff auf, welcher es allmälig von Schichte zu Schichte bis ins Innerste durchdringt. In England erhält man auch dadurch Stahl, daß man Stabeisen in Thonröhren glüht, durch welche man Leuchtgas leitet.

Stahlcämentirofen.

141.



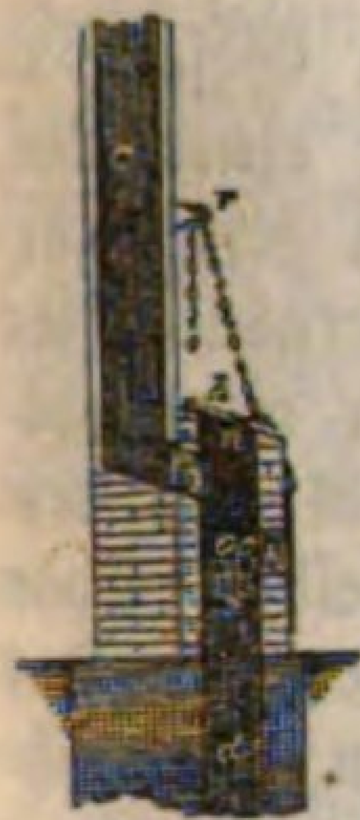
Die Kästen C C, aus feuerfesten Ziegelsteinen gemauert, ruhen auf Steinen, sind an den Seiten durch zwischengemauerte Steine e und i befestigt und werden, nachdem sie gefüllt sind, mit feuerfesten Steinen luftdicht zugemauert. Durch die Thüre a bringt man das Brennmaterial (gewöhnlich Steinkohle) auf den Rost g. Zum Aschenfall b führen die Thüren b'. Die Flammen steigen zwischen den Thonsteinen empor, gelangen durch die Oeffnungen o in den Raum B, wo neue Thonkästen gebrannt werden und von da in den Camin D. Durch die Oeffnung A gelangt man zu den Kasten, um sie zu füllen und auszuleeren. Durch die Oeffnungen c c nimmt man eine Stange heraus, um den Gang und die Beendigung der Operation zu beurtheilen.

Auch durch 1stündiges Schmelzen von 10 Th. Eisen mit 3 Graphit und 3 Kalkstein erhält man guten Stahl.

Weder Schmelz- noch Cämentstahl sind gleichförmig von Kohlenstoff durchdrungen. Um sie gleichförmiger zu machen, hat man zwei Verfahren, das Gerben und das Umschmelzen.

Das Gerben besteht darin, daß man Stahlstäbe dünn schmiedet, dann abwechselnd einen weicheren und härteren zusammenschweißt, den erhaltenen Stab wieder ausstreckt und zusammenlegt, und dies öfter wiederholt. Natürlich verliert der Stahl hiebei auch Kohlenstoff. Der so erhaltene Stahl heißt **Gerbstahl.**

142. Eine weit gleichförmigere Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen erzielt man durch das Umschmelzen in einem Schmelztiegel in einem Zugofen. Der so erhaltene **Gußstahl** wird in Formen von der Gestalt der geschmiedeten Stäbe gegossen. Den besten Gußstahl liefern die Fabriken von Huntsman und Parker in Sheffield, auch der ostindische, **Wootz** genannt, ist sehr vorzüglich.



Der Wootz behält auch bei dem größten Härtegrade eine gewisse Zähigkeit. Er wird sehr im Kleinen durch Zusammenschmelzen von sehr reinem Stabeisen mit Kohle erzeugt und gelangt nur als Seltenheit nach Europa, weil er zu theuer kommt. Man bringt das Eisen in kleinen Stücken mit Holzspähnen in einen Tiegel, legt einige grüne Blätter darauf, schließt den Tiegel fest mit Thon, erhitzt $2^1/_2$ Stunden sehr heftig und läßt dann den Stahl langsam im Tiegel erkalten. Er enthält aber zu viel Kohlenstoff und wird daher mehrere Stunden lang in einem Gebläseofen ausgeglüht. Die Holzspähne sind von Cassia auriculata, deren Asche fast nur aus phosphorsauren Salzen besteht, welche die Bildung von Phosphoreisen veranlassen.

Bessemers Methode.

Die Methode von Bessemer, welche sich gleichfalls nur für reines Roheisen eignet, besteht darin, daß man das flüssige Roheisen in einen eisernen, mit feuerfestem Sandstein[1]) ausgefütterten Ofen bringt und so lange Gebläseluft durchleitet, bis sich der Kohlenstoffgehalt des Roheisens durch Verbrennen desselben zu dem des Stahls verringert hat. Durch die Verbrennung des Kohlenstoffs entwickelt sich so viel Wärme, daß diese das Eisen flüssig erhält und in kochende Bewegung versetzt, auch wenn man einen Theil ungeschmolzen (z. B. altes Schmiedeisen) zusetzt. Das Roheisen wird dadurch ohne allen Aufwand von Brennstoff und Handarbeit in 10 Minuten in vorzüglichen Gußstahl verwandelt, welcher billiger als Stabeisen kommt, weil die kostspielige Tiegelschmelzung dadurch ganz wegfällt.

Der Bessemer-Ofen (Birne) hat die Form einer Retorte und ruht mit 2 Zapfen auf Ständern, so daß er sich durch eine Kurbel schaukelnd bewegen und demnach eine senkrechte, horizontale und geneigte Stellung einnehmen kann, erstere während der Windzuleitung, die zweite beim Einfüllen und letztere bei der Entleerung des Eisens. Bei aufrechter Stellung befindet sich am Boden ein Windkasten, in welchen Luft eingeblasen wird und durch zahlreiche Düsen von feuerfestem Thon vom Boden des Ofens durch das Eisen getrieben wird. — Damit das Eisen nicht in den Windkasten fließt, muß die Gebläseluft einen etwas stärkeren Druck haben, als der, welchen die Höhe der Eisenmasse bewirkt hat und schon vor dem Einfüllen des Eisens eintreten. Nach einer Abänderung, die aber wenig Eingang fand, geht ein Windrohr von oben durch das Eisen bis nahe zum Boden und ist durch einen Krahn einzusenken und auszuheben. Die Luft wirkt nicht blos chemisch, sondern auch durch mechanische Bewegung, durch innige Mischung des schon oxydirten und noch unentkohlten Eisens.

Das Eisen muß frei von Schwefel und Phosphor sein, weil sich diese bei dem schnellen Verlauf des Processes nicht genügend abscheiden und, wenn auch oxydirt, nachher doch vom Eisen wieder reducirt und aufgenommen würden. Dagegen soll es Mangan enthalten, weil dieses zu Oxydul verbrennt und als solches die Kieselsäure verschlackt. — Die Menge des Eisens darf nicht unter 17 Centner betragen, weil nur solche Quantitäten die nöthige Temperatur entwickeln. — Das Verfahren liefert als Schmelzproceß eine vollkommen gleichartige Masse und Gußstücke von beliebiger Größe.

Der Fortgang der Entkohlung läßt sich einigermaßen nach den entweichenden Gasen und durch Untersuchung mit Brechstangen beurtheilen. Man gießt daher in dem Augenblick aus, wo das Eisen den Kohlenstoffgehalt des Stahls zeigt. Dieses ist das schwedische Verfahren. In England entkohlt man ganz und setzt dann die entsprechende Menge flüssiges Spiegeleisen zu. Man kann dadurch den Kohlenstoffgehalt ziemlich genau bestimmen, doch wird es den feinen Stahl niemals, das Schmiedeisen dagegen meistens da verdrängen, wo es in großen Massen erfordert wird, da es fester, sonach dauerhafter und zugleich billiger ist. Der aus dem unreinen englischen Roheisen erzeugte Stahl ist weniger gut, der schwedische dagegen liefert nicht nur Panzerplatten, Dampfkessel, Bahnschienen, Radreife, geschmiedete Kanonen, Axen und Maschinentheile, sondern auch Stangenstahl, feines Blech, Draht Schreibfedern, Feilen 2c. Kettenbrücken und Dampfkessel aus Bessemer Stahl können weit leichter construirt werden als eiserne.

Da das weiche Bessemer-Metall, welches dem Schmiedeisen entspricht, dünnflüssig aus dem Ofen kommt und längere Zeit flüssig bleibt, so ist es unter allen weichen Eisensorten am reinsten von mechanischen Beimengungen (Schlackentheilen), hat daher 7,865 sp. Gew., große Festigkeit und eignet sich deshalb besonders für Weiß-, Dach-, Schiff- und Kesselblech und Draht, während das härtere Metall vor Guß- und Gerbstahl nur den Vorzug der Billigkeit hat.

Uchatius' Methode.

Nach der Methode von Uchatius, welche sich ebenfalls nur für reines, d. h. schwefel- und phosphorfreies Eisen eignet, wird Roheisen in einem Tiegel geschmolzen und über einen Reisigbesen in Wasser gegossen,

1) Er kommt unter dem Namen Ganister in Sheffield reichlich unter der Kohle vor und wurde auch in Preußen gefunden.

wodurch es fein zertheilt oder granulirt wird. Man schmilzt nun die Granalien im Tiegel mit Spatheisenstein und Braunstein zusammen. Durch den entweichenden Sauerstoff des Braunsteins und das Wasser des Spatheisensteins verliert das Roheisen einen Theil seines Kohlenstoffs und zugleich die fremden Beimengungen. Das Verfahren ist gleichfalls billiger als die Umwandlung des Roheisens in Stabeisen, dieser Stahl jedoch schwer schweißbar.

Das Verstählen.

Bisweilen giebt man fertigen Eisenwaaren einen dünnen Ueberzug von Stahl, theils um die Oberfläche härter, theils geeigneter zur Politur zu machen. Man glüht sie in verschlossenen Büchsen von Eisenblech zwischen gröblichem Pulver von stickstoffhaltiger Kohle (**Einsetzen**) und kühlt sie dann in kaltem Wasser ab. Zu ganz oberflächlicher Verstählung streut man Hornspäne oder besser Blutlaugensalz auf das glühende Eisen.

Proceß bei der Stahlbereitung.

Die Bereitung des Cämentstahls scheint mit dem chemischen Gesetze in Widerspruch zu stehen, daß die Körper nur dann auf einander einwirken, wenn wenigstens einer davon flüssig ist, da Eisen und Kohle zwei feste Körper sind, allein 1. erfolgt die Stahlbildung erst bei einer Temperatur, wo das Eisen stark erweicht, 2. scheint auch der Kohlenstoff zuvor in eine gasförmige oder schmelzbare Verbindung überzugehen, indem er theils mit dem Sauerstoff der Luft Kohlenoxydgas, theils mit dem Stickstoff derselben Cyan bildet, welches wieder mit dem Kalium der Kohle Cyankalium erzeugt. Das Kohlenoxyd giebt wie das Leuchtgas seinen Kohlenstoff an das Eisen ab, während von ersterem Sauerstoff, von letzterem Wasserstoff übrig bleibt. Ganz besonders begünstigt aber das Cyankalium (eine schmelzbare Verbindung) die Stahlbildung, daher die Verstählung durch Blutlaugensalz, stickstoffhaltige Kohle oder Hornspäne und der Nutzen eines Aschezusatzes bei Bereitung des Cämentstahls wegen ihres Reichthums an Kali.

Wichtigkeit. Der Stahl verbindet die leichte Bearbeitbarkeit des Stabeisens mit der Härte des Roheisens und ist dabei elastisch, während das Stabeisen nur gemein biegsam, das Roheisen aber ganz spröde und zerbrechlich ist, und nimmt zugleich eine schöne Politur an. Er ist daher ein unentbehrliches Material zu Schneide-, Bohr- und Säge-Werkzeugen, zu Meiseln, Aexten und Hämmern, zu Federn, verschiedenen fein gearbeiteten Beschlägen und zu Stahlstichen, welche bei ihrer Härte nicht nur fast unendlich viele Abdrücke gestatten, während die Kupferplatten bald stumpf werden, sondern auch zur Vervielfältigung dieser dienen, indem man den Kupferstich in eine weichgemachte Stahlplatte abdruckt und diese wieder nach dem Härten in eine Kupferplatte.

Aber nicht blos auf der Härte, sondern auch auf dem chemischen Verhalten beruht die größere Dauer der Stahlstiche. Es wird nämlich bei den Kupferstichplatten nicht wie bei den Stahlplatten die Oxydation durch Fett oder Alkalien verhindert, sondern durch beide eben so sehr wie durch Säuren befördert. Sie verlieren daher durch die Oelfarbe beim Drucken bald ihre Schärfe und geben stumpfe Abdrücke. Es scheint, die Kanten der Furchen werden durch die oxydirende Einwirkung matt geätzt, die Schwärze hängt sich dadurch stärker an, läßt sich nicht mehr scharf am Rande der Vertiefungen abwischen, die Linien werden dadurch breiter und der Abdruck stumpf. Durch das Aufkratzen oder Nachfahren der Linien werden die matten Kanten gleichsam wieder polirt und die Schärfe einigermaßen wieder hergestellt. Zum Aetzen dient am besten Jod in Jodkaliumlösung gelöst, weil es nicht wie Salpetersäure durch Gasentwicklung belästigt, den Deckgrund nicht angreift und die Linien scharf in die Tiefe gehen.

Unter **damascirtem Stahl** oder Damast versteht man denjenigen, dessen polirte Oberfläche durch Aetzen mit verdünnter Säure, vermöge seines deutlich krystallinischen Gefüges hellere und dunklere Schattirungen annimmt. Der sogenannte natürliche Damast, den man aus ostindischem Stahl oder Wootz erhält, unterscheidet sich von künstlichem dadurch, daß er sein krystallinisches Gefüge durch wiederholtes Umschmelzen nicht verliert. Der künstliche entsteht durch Zusammenschweißen von Eisen und Stahl, der natürliche durch langsames Erkalten, wobei sich der Kohlenstoff ebenfalls ungleichmäßig vertheilt, indem die verschiedenen Carburete des Eisens gesondert krystallisiren.

Der künstliche Damast verliert jedoch beim Umschmelzen seine Zeichnun-

gen, was der natürliche nicht thut. Es scheint beim Wootz der Gehalt an Aluminium einen Einfluß auf die krystallinische Bildung zu haben. $1/_5$% Silber oder 1 bis 3% Platin haben dieselbe Wirkung, Silber macht ihn zugleich härter, Platin schützt ihn gegen Rost.

Wolframstahl. Durch 2—5% Wolframmetall wird der Stahl härter als englischer Gußstahl und der Wolframstahl hat eine Zeit lang großes Aufsehen gemacht. Allein wegen seiner schwierigen Bearbeitung (er wird nämlich beim Härten sehr leicht rissig) kam er bald wieder außer Gebrauch. Vermöge seiner Härte schleifen sich die Schneiden weniger ab, als sie ausspringen und überdauern daher auch nicht die des gewöhnlichen Stahls.

Unterscheidung von Stahl, Stab- und Gußeisen. Um Stahl-, Stab- und Gußeisen von einander zu unterscheiden, verdünnt man etwas käufliche Salpetersäure so stark mit Wasser, daß sie nur noch schwach auf Eisen wirkt, bringt davon einen Tropfen auf das zu prüfende Eisen und wäscht dann wieder mit Wasser ab. Auf Stahl ist der Fleck kohlschwarz (von pulverförmigem Kohlenstoff), auf Stabeisen weißlich (durch Verschwinden des Glanzes und Hervortreten des krystallinischen Gefüges, auf Gußeisen ist er grau (von Graphitblättchen).

Kupfer.

Eigenschaften. Das Kupfer, Cu krystallisirt in Würfeln und Oktaedern, oder es ist krystallinisch von körnigem Gefüge, hat eine hell röthlichbraune Farbe, 8,8 specif. Gew. im geschmolzenen und 8,9 in geschmiedetem Zustand. Es ist hart, jedoch weniger als Eisen, steht ihm in der Zähigkeit wenig nach, ist aber weit dehnbarer und geschmeidiger als Eisen, jedoch weniger als Silber, leitet die Wärme besser als Eisen, Zinn, Blei und Zink und die Elektricität nach dem Golde am besten. Es hat einen schönen Klang, schmilzt bei starker Rothglühhitze und zwar schwerer als Silber und leichter als Gold.

Bei gewöhnlicher Temperatur verliert es in trockener Luft nur langsam seinen Glanz, indem es sich mit etwas Oxydul bedeckt, in feuchter überzieht es sich mit einer grünen Kruste von kohlensaurem Oxydhydrat[1]), fälschlich **Grünspan** genannt, beim Glühen erhält es eine braunrothe Decke von Oxydul, das allmälig in Oxyd (**Kupferasche**) übergeht. In verdünnter Salpetersäure und kochender Schwefelsäure ist es auflöslich, nicht aber in Salzsäure. Ist es aber von den Säuren nur so befeuchtet, daß zugleich Luft Zutritt hat, so oxydirt es sich allmälig durch den Sauerstoff der Luft und bildet mit den schwächsten und verdünntesten Säuren Salze, Wasser wird jedoch davon nicht zersetzt.

Vorkommen. Das Kupfer findet sich in der Natur gediegen, weit häufiger aber vererzt, als Oxydul (Rothkupfererz), selten als Oxyd (Kupferschwärze), ferner als Schwefelkupfer (Kupferglanz), als Schwefelkupfer mit Schwefeleisen (Kupferkies und Buntkupfererz), als Schwefelkupfer mit Schwefelarsenik oder Schwefelantimon (Fahlerz), als kohlensaures Oxyd (Kupferlasur und Malachit), als schwefelsaures Oxyd (Kupfervitriol).

Außerdem gehört noch der **Kupferschiefer** oder bituminöse Mergelschiefer hieher. Es ist ein scheinbar gleichartiges Gestein, gemengt aus Kalkstein und Thon mit Erdharz (Bitumen) und verschiedenen Metallverbindungen, wie Kupfer, Rothkupfererz, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz, Fahlerz, Lasur, Malachit, nebst Silber-, Eisen-, Kobalt-, Nickel- und Zinkverbindungen.

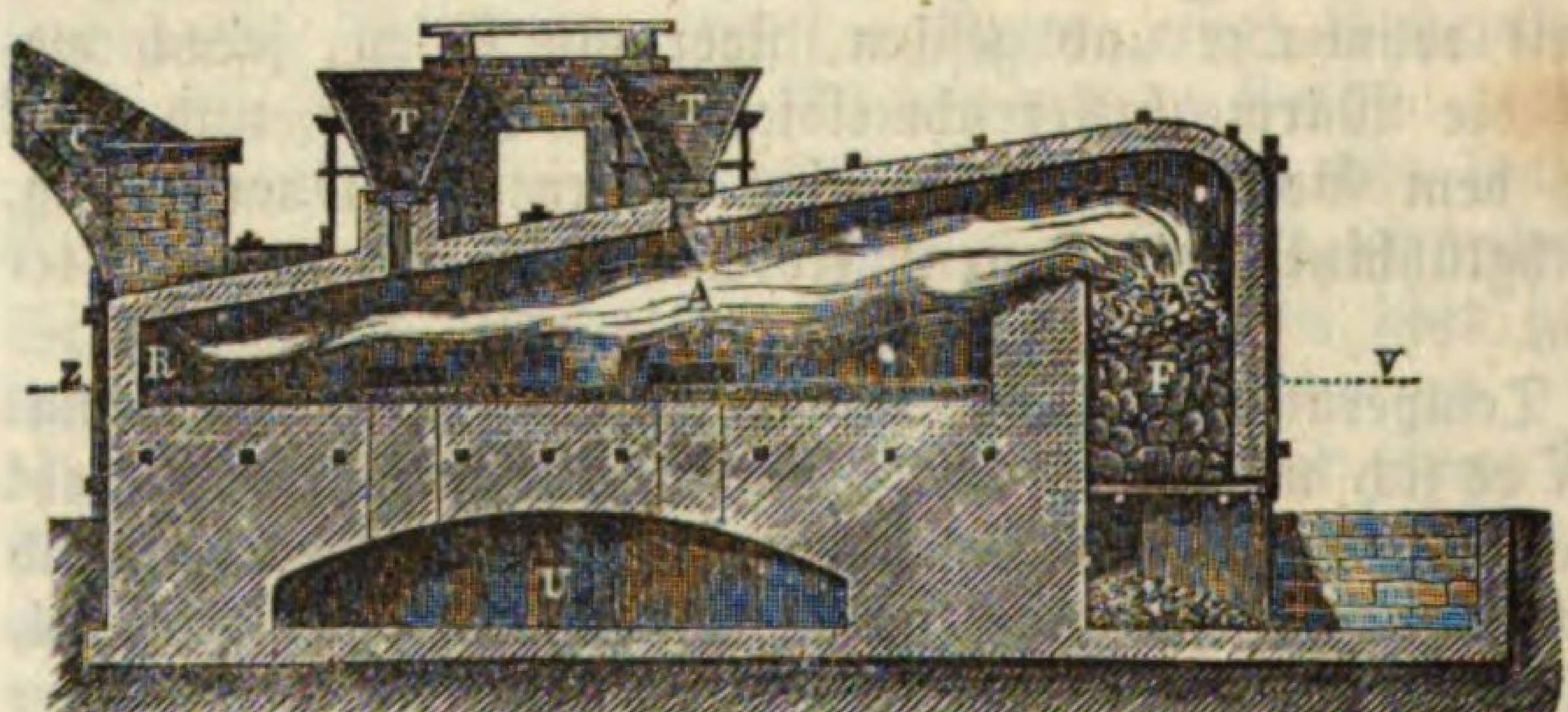
Darstellung. Die ockerigen Erze, Rothkupfererz, Lasur und Malachit werden mit Kohlen und Zuschlag reducirt. Dagegen zerfällt die Gewinnung aus den kiesigen Erzen: Schwefelverbindungen in 5 Operationen: 1. Das Erzrösten: durch das Rösten wird der Schwefel theils als schwef-

1) Deren Farbe im Freien oft ins Schwarze geht, durch Bildung von Schwefelkupfer durch Schwefelwasserstoff.

lige Säure verflüchtigt, theils in Schwefelsäure verwandelt, die mit den Oxyden basische Salze bildet. 2. Das **Rohsteinschmelzen**: das geröstete Erz oder der Rohstein wird mit Kohle und Zuschlag geschmolzen. Die Kieselsäure des letzteren verbindet sich mit dem vorhandenen Eisenoxydul zur leichtflüssigen Schlacke, das schwefelsaure Kupferoxyd dagegen wird von der Kohle zu Schwefelkupfer reducirt, sammelt sich am Boden und heißt Kupferstein. 3. Das **Steinrösten**: durch langsame Röstung brennt abermals Schwefel weg und die Metalle werden oxydirt. 4. Das **Schwarzkupfermachen**: der geröstete Stein wird wieder mit Kohle, aber statt Schlacke mit frischem Kupferkies geschmolzen. Die Kohle reducirt das Kupfer, aber das reducirte Eisen verbindet sich mit dem Schwefel des zugesetzten Kupferkieses und bildet damit eine strengflüssige Masse, den Dünnstein. 5. Das **Garmachen** besteht in einer Schmelzung mit zuströmender Gebläseluft. Dadurch werden die fremden Metalle (Eisen, Zink, Antimon, Arsenik) oxydirt und bilden auf dem geschmolzenen Kupfer eine Haut, die man von Zeit zu Zeit abnimmt. Dann kühlt man die Oberfläche mit Wasser ab und zerreißt das Kupfer in Scheiben, Garkupfer oder Rosettenkupfer.

Kupferröstofen. 1. Das **Rösten des Erzes** geschieht beim Kupferschiefer (kohlehaltiger Mergelschiefer mit eingesprengtem Kupferkies und Buntkupfererz) auf Haufen auf einer Unterlage von Wellholz, welches man anzündet, worauf sich die Verbrennung durch die Masse verbreitet. Kupferkies wird in Flammöfen geröstet. Das Brennmaterial F besteht aus 3 Th. Anthracit (Steinkohle, die starke Hitze giebt, aber nicht flammt) und 1 Th. fetter Steinkohle. Die Flamme A bestreicht das auf dem Heerde befindliche Erz und geht bei R in die 2 Rauchfänge, die man hier nicht sieht, weil sie seitlich stehen. Durch die Oeffnung o bei der Brücke tritt die zur Röstung nöthige Luft zu. Man regulirt den Zutritt derselben durch einen Schieber. Durch die blechenen Trichter T T kommt das Erz auf den Heerd und wird nach dem Rösten von den 4 Arbeitsöffnungen p p aus — durch vor denselben befindliche Oeffnungen in der Sohle des Heerdes, die man hier nicht sieht, in den Raum U geschafft.

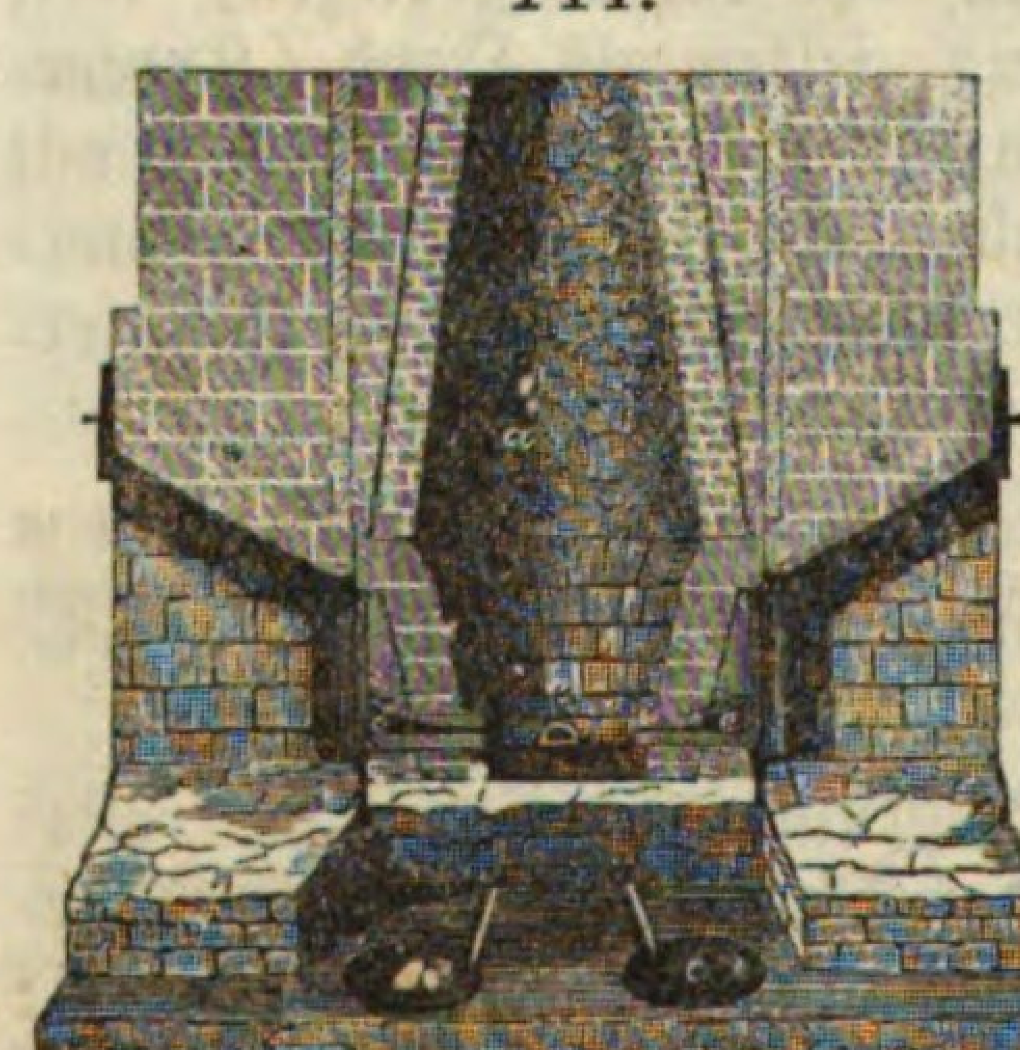
143.



Eintheilung der Hohöfen. 2. Das **Rohsteinschmelzen** geschieht in einem Brillenofen. Man theilt nämlich die Schachtöfen ein: 1. nach der Höhe des Schachtes in **Hohöfen**, wenn der Schacht über 12′ hoch ist, und **Halbhohöfen**, wenn er zwischen 6 und 12′ hat; 2. nach der Einrichtung des Ansammlungsraumes für die geschmolzene Masse: in **Tiegelöfen**, wenn sich der Schacht unten in eine Vertiefung (Tiegel) endigt, **Sumpföfen**, wenn der Heerd, hier Sumpf genannt, zum Theil aus dem Ofen vortritt, **Augen- oder Spuröfen**, wenn die Masse über die geneigte Heerdsohle (Spur) aus einer Oeffnung am tiefsten Punkte des Schachtes (Auges) in eine ganz außer dem Schachte befindliche Vertiefung (Spurtiegel) fließt.

Der Kupferschmelzofen. Oefen mit 2 Augen, welche man während des Ofenbetriebes abwechselnd benützt, heißen **Brillenöfen** (Fig. 144). a ist der Schacht, e e e drei Formen, c c die Spurtiegel.

144.

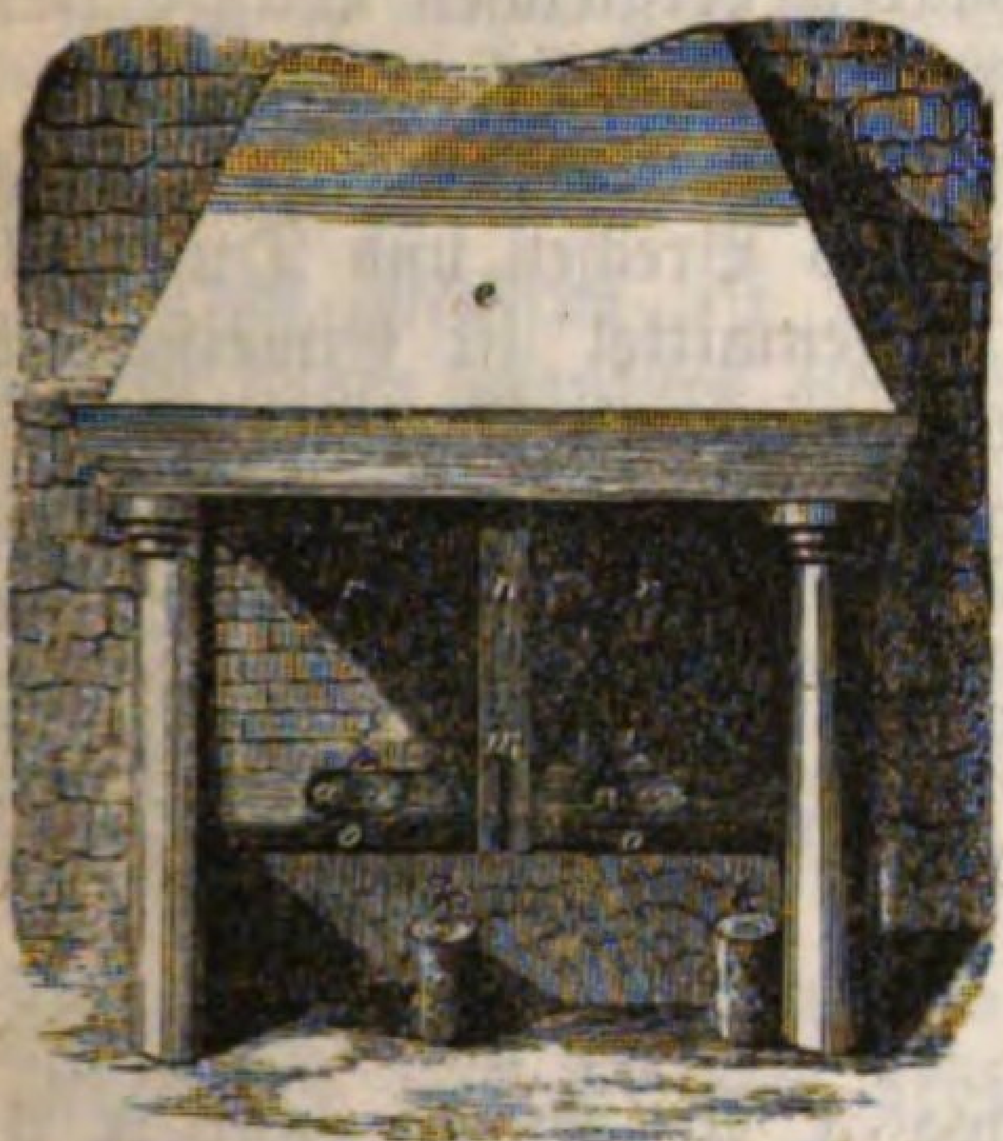


145.



Der Röststadel. 3. Das Steinrösten geschieht in Stadeln (Fig. 145).

4. Das Schwarzkupfermachen geschieht in einem ähnlichen, nur kleineren Ofen wie beim Rohsteinschmelzen.

146. 

5. Das Garmachen geschieht auf dem Garheerd, welcher dem Eisenfrischheerde ähnlich ist, unterscheidet sich aber davon, daß die Heerdgrube kesselförmig und nicht mit Eisenplatten gefüttert ist, sondern mit schwerem Gestübe oder Thon ausgeschlagen. a a sind zwei Heerdegruben, r r die Rückwand (Brandmauer), mit den Formen i i; o o eiserne Deckplatten, womit ein Theil der oberen Heerdfläche belegt ist. Die Scheidewand n theilt den Raum über dem Heerd in zwei Theile und hat unten eine länglich viereckige Oeffnung, die durch den Schieber m geschlossen ist, und nur geöffnet wird, wenn Brennmaterial od. dergl. von einem Heerde auf den andern kommen soll. k k Holzklötze für die Wassereimer, womit das Kupfer zuletzt besprengt wird. Der Garheerd.

Das Kupfer wird durch kleine Mengen fremder Metalle, z. B. Blei rothbrüchig und muß dann noch einmal dem Garmachen unterworfen werden. Durch beigemengtes Kupferoxydul wird es kaltbrüchig, man muß es dann nochmals mit Kohle umschmelzen. Solches Kupfer heißt hammergar und kommt gewöhnlich in Stangen und Barren vor.

Wichtigkeit. Die hohe Wichtigkeit des Kupfers für die Technik gründet sich hauptsächlich darauf, daß es Geschmeidigkeit, Härte, Schwerschmelzbarkeit und Luftbeständigkeit in einem Grade mii einander verbindet, wie kein anderes der wohlfeileren Metalle. Man benützt es daher zu Münzen und zu den verschiedenartigsten ökonomischen und technischen Geräthschaften, zum Decken der Häuser und zum Beschlagen der Seeschiffe wegen der Bohrwürmer. Hier muß es aber durch eiserne Leisten galvanisch geschützt werden [1]). Auch wegen seines schönen Aussehens, hellen Klanges, der Dauerhaftigkeit seiner Legirungen wird es vielfach benützt. Zur Verfertigung der Kupferstiche dient es seit langer Zeit, weil es in früheren Zeiten das einzige unter den bekannten Metallen war, welches zwischen der zur Bearbeitung mit dem Grabstichel erforderlichen Weichheit und der zum Abdrucken nöthigen Härte die Mitte hielt. Es dient ferner wegen der lebhaften Farbe seiner Oxyde und Salze zu Farbmaterialien.

Troß der geringeren Dauer des Kupfers ist der Kupferstich noch immer nicht ganz vom Stahlstiche verdrängt, weil die Bilder des letzteren mit ihrer Schärfe auch einen gewissen Grad von Härte im Ausdruck verbinden. Wegen der Oxydirbarkeit durch Fette und Alkalien werden die Kupferplatten vor der Aufbewahrung mit Lauge gereinigt, mit Wasser abgespült und dann mit einer Auflösung von arabischem Gummi überzogen (Vgl. auch S. 148). Zum Aetzen dient am besten mit Kochsalz gesättigte Lösung von Eisenchlorid, weil sie nicht wie Salpetersäure durch Gasentwicklung belästigt.

Die Verbindungen des Kupfers sind giftig, man muß daher beim Gebrauche kupferner oder messingner Geräthschaften für genießbare Stoffe Alles vermeiden, was seine Oxydation und Auflösung veranlaßt. Kochgefäße sollen stets blank (frei von Grünspan), sein. Säuerliche Speisen dürfen nur darin bereitet werden, wenn sie wie die eingemachten Früchte und Syrupe stark mit Zucker versetzt sind, fette und auch gesalzene Dinge nur in verzinnten Gefäßen. Hat sich aber die Verzinnung stellenweise entblöst, so entsteht ein galvanischer Proceß, es löst sich zwar kein Kupfer, desto leichter aber das posi-

1) Dieses hat aber wieder den Nachtheil, daß sich an den oxydfreien Kupferbeschlag weit mehr Muscheln ansetzen, dadurch wird der Gang der Schiffe aufgehalten, weil sie eine größere Reibung am Wasser erleiden. Auch durch einen Gehalt von 2—3% Phosphor wird Kupfer vom Meerwasser fast unangreifbar, ohne an Zähiglеit und Dehnbarkeit zu verlieren.

tive Zinn auf. Bei Essig- und auch bei Weinfässern können auch Hähne von Kupfer und Messing, bei Obst, Salz und Fettwaaren dergleichen Wagschalen, Käseformen, grüne und blaue Papiere zum Einwickeln schädlich werden.

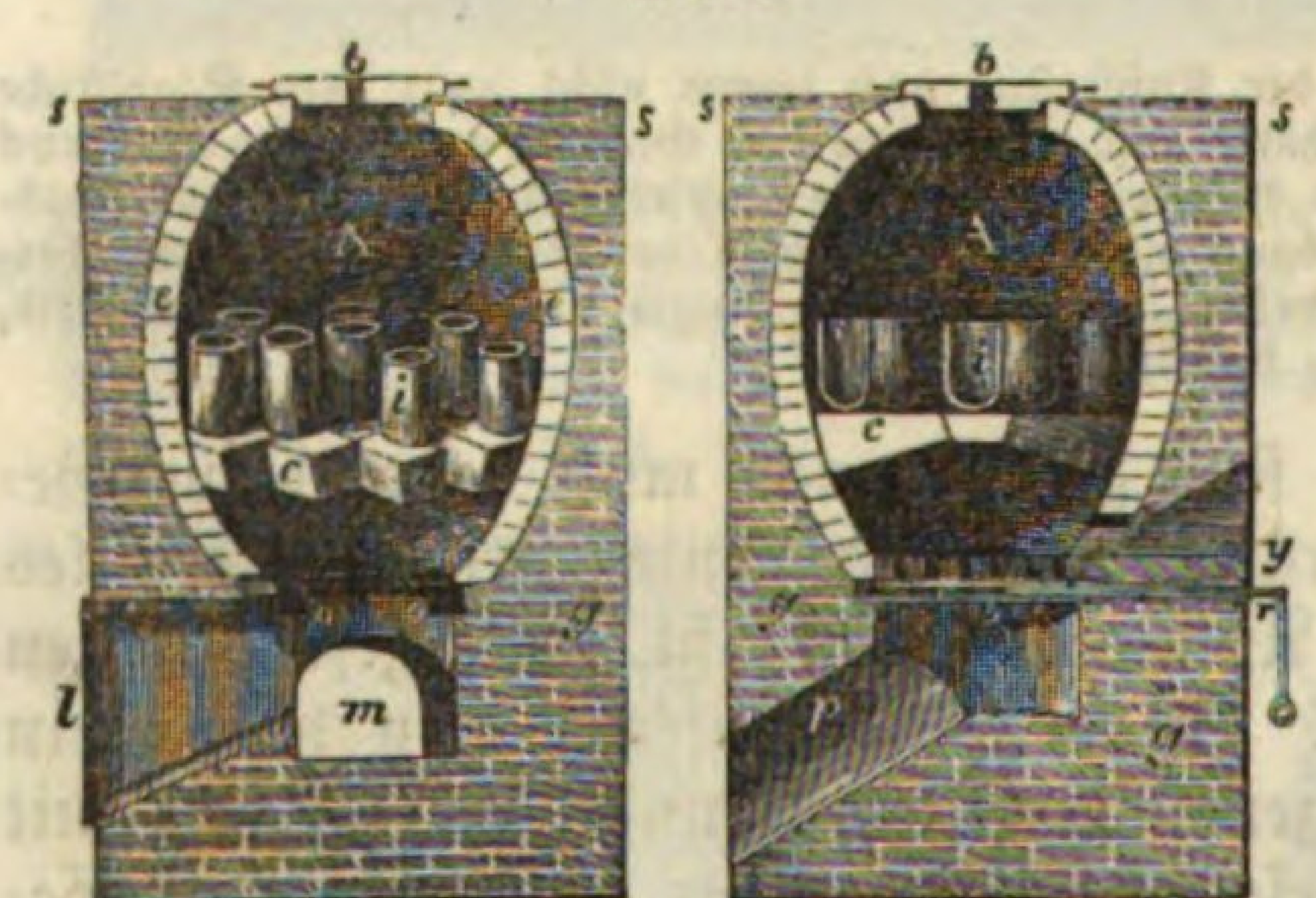
Verbindungen. Die Kupferverbindungen und namentlich die Salze bewirken, wie scharfe Metallgifte überhaupt, heftiges Brechen und Durchfall, Darmentzündung und den Tod. Das beste Gegenmittel ist Eiweißauflösung, weniger gut ist Milch, und am wenigsten Honig und Syrup. Eiweiß und Käsestoff bilden mit dem Kupferoxyd augenblicklich unlösliche Verbindungen. Zucker [1]) wirkt durch Reduction, aber langsam. — Von den Legirungen sind Messing, Bronze und Neusilber, von den Sauerstoffverbindungen Oxydul und Oxyd, ferner das Schwefelkupfer, von den Salzen das kohlensaure, schwefelsaure, und arsenigsaure Oxyd und das Chlorid besonders wichtig.

Das Messing ist eine Legirung von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Zink (genauer 71,5 Kupfer und 28,5 Zink oder etwa 1 At. Kupfer und 2 At. Zink, hat eine schön gelbe Farbe und 7,8 bis 8,4 specif. Gew., leitet die Elektricität weit schlechter als Kupfer, ist bei gewöhnlicher Temperatur hämmerbar und geschmeidig, in der Hitze aber spröde und brüchig, härter und leichter schmelzbar als Kupfer. Es kommt nicht natürlich vor, man erhält es durch Zusammenschmelzen von Schwefelsäure, Kupfer und Zink unter Verhütung der Oxydation des Zinks durch Zusatz von Kohlenstaub. — Eine zinkreichere Legirung: 33 Kupfer und 25 Zink bildet das **schmiedbare Messing**, welches sich dunkel rothglühend wie Kupfer schmieden und kalt wie gewöhnliches Gußmessing bearbeiten läßt. Nach dem Schmieden ist es zäher als gewöhnliches gegossenes, doch weniger als gewalztes Messing. — Etwa 5 Th. Kupfer auf 1 Th. Zink bilden den **Tombak**.

Obgleich das schmiedbare Messing schon sehr lange bekannt ist, hat es doch noch wenig Anwendung gefunden. Dies rührt von einer unrichtigen Behandlung her, in Folge deren es beim Verarbeiten bei Rothglühhitze zerbricht, oder rissig wird. Dieser Uebelstand wird beseitigt, wenn man die Legirung im Tiegel (unter einer Decke von Kohlenpulver) zum Kochen erhitzt und dann so viel kalte Legirung zusetzt, daß die Flüssigkeit nicht mehr spiegelt.

Messingbrennöfen.

147.



Man bedient sich auf den Messingwerken eigener Tiegelöfen, Messingbrennöfen genannt. Der Arbeitsraum A ist von feuerfesten Steinen e, Fundamente und Füllungsmauern g g von Bruchsteinen aufgeführt. Die Gicht des Ofens oder die Krone liegt in der Ebene der Hüttensohle s s. Das Kupfer wird in kleine Stücke zerbrochen, oder in Wasser gegossen (Granalien) nebst den Zinkstücken mit Kohlenpulver geschichtet, zu unterst altes Bruchmessing, in 30 Pfund haltenden Tiegeln i geschmolzen, wovon 7 auf den Gurtbögen c stehen und einer auf dem Schlußstein. Bei y wird das Brennmaterial (Steinkohle) auf den Rost o geworfen. Durch p tritt die Luft unter den Rost, die Flamme schlägt durch die Zwischenräume der Gurtbögen, umspült die Tiegel und die heißen Gasarten entweichen durch b. Durch den Schieber r wird der Zug regulirt oder ganz aufgehoben. Will man die Tiegel herausnehmen, so schließt man den Schieber r ganz, nimmt die Platte b weg, faßt den Tiegel mit einer Tiegelzange und gießt das Messing, um Stückmessing für die Gelbgießer zu erhalten, in eine in der Hütte aufgeschlagene, angewärmte Lehmgrube und zerschlägt es noch glühend in Stücke. Um Tafelmessing zu erhalten, legt man auf die Tiegel i noch 2 größere leere Tiegel (Gießer) in den Ofen, welche man vor dem Gießen in eine Grube der Hüttensohle stellt und mit glühenden Kohlen umgiebt, gießt 4 Tiegel voll Messing hinein (die man dann wieder wie vorhin beschickt in den Ofen bringt) und gießt daraus das Messing in die Form, welche aus 2 Granitplatten mit eisernen etwa $1/2''$ hohen Rahmen besteht. Die erhaltene Tafel wird mit der Scheere zerschnitten und zu Blech ausgewalzt, das Blech dann zum Theil durch Preßwerke und Hämmer zu Kesseln und andern Geräthschaften verarbeitet oder zu Draht gezogen.

Sterrometall und Aichmetall. Zwei Kupferzinklegirungen mit wenig Eisen und Zinn sind das nach seiner Festigkeit benannte

---

1) Gemeiner Zucker nur bei höherer Temperatur.

Sterrometall (55 Kupfer, 42 Zink, 1,7 Eisen und 0,8 Zinn) und das nach seinem Erfinder benannte **Aichmetall** (60 Kupfer, 38 Zink, 1,6 Eisen). Sie übertreffen beide das Schmiedeeisen an Festigkeit und sind zugleich sehr elastisch. Das Aichmetall dient zum Beschlagen der Schiffe, zu Glocken, Röhren, Kesseln, Federn, chirurgischen Instrumenten, das Sterrometall besonders zu Geschützen statt Bronze.

Das **Talmigold** aus 86 Th. Kupfer, 12 Th. Zink und 1 Th. Zinn dient wegen seiner goldähnlichen Farbe zu Schmucksachen.

Das Messing ist der Abnützung weniger unterworfen als Kupfer, es dient daher besonders für Hähne, Maschinentheile, Instrumente und Schrauben, wenn Eisen nicht dazu anwendbar ist, und zu den verschiedensten Gegenständen, bei denen man das leichte Anlaufen des Kupfers vermeiden will. Das Kupfer dagegen eignet sich wegen seiner Zähigkeit und Schmiedbarkeit besonders zum Schmieden und Treiben namentlich von größeren Gefäßen und ist unentbehrlich zu elektrischen Leitungsdrähten.

Uebrigens ist das Messing eben so theuer als Kupfer, weil die Darstellungskosten den geringeren Preis des Zinkgehaltes wieder ausgleichen. Weniger ist dies bei dem größeren Gehalte des schmiedbaren Messings der Fall. Letzteres ist aber besonders deshalb wichtig, weil es bei vielen Arbeiten das Gießen und Löthen ersparen kann. — Der Tombak wird besonders benützt wegen seiner Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen kupferlegirten Gold zu verschiedenen Luxusartikeln und zu **unächtem Blattgold** (Goldschaum), ferner weil er härter ist als Messing zu Lagern für eiserne Zapfen.

Wichtigkeit. Das Messing ist wichtig wegen seiner schönen, goldähnlichen Farbe, es ist billiger und härter als Kupfer und das Blech wird durch Hämmern steifer und elastischer, es ist leichter zu drehen und einzuschleifen, leichter schmelzbar und weniger oxydirbar an der Luft als Kupfer, obgleich es sich in Salzsäure und Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur vollständig auflöst. Das Kupfer dagegen ist weicher und zäher, schmiedbar und leitet die Electricität weit besser als Messing.

Man ertheilt häufig den Messing- und Tombakwaaren eine höhere, d. h. mehr goldähnliche Farbe durch das **Gelbbrennen**. Sie werden zuerst durch eine Vorbeize von 1 Th. englischer Schwefelsäure und 10 Th. Wasser von Oxyd befreit, dann in starke Salpetersäure eingetaucht und schnell in Wasser abgespült. Die Salpetersäure löst mehr Zink als Kupfer auf, die Oberfläche wird dadurch reicher an Kupfer und ihre Farbe mehr goldähnlich. Das Gelbbrennen des Messings.

Die Bronze ist eine Legirung von Kupfer mit Zinn, sie hat nicht die schöne Farbe des Messings, ihre Farbe nähert sich der des Kupfes, geht aber um so mehr ins Weiße über, je größer der Zinngehalt ist. Sie ist leichtflüssiger und härter, aber auch spröder als Messing, wird durch Ablöschen in Wasser hämmerbar, durch langsames Abkühlen dagegen hart und hat ein spec. Gew. von 8,7 bis 8,8. — Das **Kanonengut** enthält nur 9% Zinn, weil es zwar hart, aber nicht zu spröde sein soll, damit es von den Kugeln keine Furchen bekommt, aber nicht zerspringt. Die **Glockenspeise** enthält 20 bis 25% Zinn, sie muß einen hellen Klang haben und dieser tritt erst bei einer gewissen Härte ein. Das **Spiegelmetall** enthält gegen 33% Zinn, es muß sehr hart sein, damit es eine feine Politur annimmt. Die **Bronze zu Bildsäulen** enthält nebst Zinn auch Zink. Sie muß sehr dünnflüssig, gut zu feilen und ciseliren und nicht zu spröde sein.

Ein einziges Procent Aluminium ersetzt so viel Zinn, daß die Legirung härter wird, als das gewöhnliche Kanonengut, dabei ist sie so hämmerbar wie Messing, aber doppelt so zähe, ist leicht schmelzbar und füllt die Gußformen gut aus. Die Legirung aus Kupfer mit 4% Zinn und 1% Aluminium besitzt auch eine schöne Farbe, eignet sich zu Abgüssen, kommt an Härte, Zähigkeit und Hämmerbarkeit der Aluminiumbronze aus Kupfer mit 10% Aluminium gleich, ist aber weit billiger. Aluminiumbronze.

Von der Legirung des Kupfers mit Nickel oder vom Neusilber wird die Rede beim Nickel sein.

Das Kupferoxydul ist künstlich dargestellt, ein rothbraunes Pulver von derselben Farbe wie das Eisenoxyd, als Rothkupfererz erscheint es in Oktaedern und krystallinisch von cochenillerother und bleigrauer Farbe mit Diamantglanz. Es ist eine sehr schwache Basis, nur das Hydrat verbindet sich mit Säuren.

Englische Bronze.

Man erhält es durch Kochen der Kupferoxydsalze mit Aetzkali und Stärkmehl oder Stärkezucker. Die **englische Bronze** besteht in einem dünnen Ueberzug des Kupfers von Kupferoxydul, so daß der Metallglanz hindurch scheint. Das Kupfer erhält dadurch nicht nur eine schöne hochrothe Farbe, sondern es wird auch viel dauerhafter gegen Luft und Feuchtigkeit. Man bestreicht das Kupfer mit einem Brei von irgend einem porösen Körper, wie Lehm, Graphit, Kohle, am besten Eisenoxyd und Wasser, erhitzt es zum Rothglühen und wäscht nachher ab. Der Ueberzug von Kupferoxydul entsteht zwar auch beim Erhitzen ohne solche Anstriche, wird aber durch letztere gleichmäßiger.

Das Kupferoxydul ist ferner der rothfärbende Bestandtheil des rothen **Ueberfangglases**. Das kieselsaure Kupferoxydul ist zwar farblos, aber bei längerem und stärkerem Erhitzen scheidet sich freies Kupferoxydul ab, welches das Glas so intensiv roth färbt, daß es seine Durchsichtigkeit nur in sehr dünnen Schichten behält.

Das Kupferoxyd, CuO ist ein schwarzes, nicht in Wasser, wohl aber in Säuren und Ammoniak auflösliches Pulver. Es findet sich natürlich unter dem Namen Kupferschwärze als Anflug auf andern Kupfererzen, es entsteht bei anhaltendem Glühen des Kupfers als **Kupferasche** oder **Kupferhammerschlag**, wo es anfangs mit Kupferoxydul gemengt ist und daher braun aussieht. Man erhält es ferner durch Erhitzen von salpetersaurem Kupferoxyd, oder durch Fällen einer heißen Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Aetzkali. Es bildet mit Kieselsäure ein blaugrünes Glas und dient daher zur Erzeugung grüner Gläser und Glasuren. Das Hydrat ist ein himmelblaues Pulver, welches man durch Fällen einer kalten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Aetzkali erhält und unter dem Namen **Bremerblau** als blaue Maler- und Anstreichfarbe benützt.

Mit Oel wird das Kupferoxydhydrat schon nach 24 Stunden grün durch Umwandlung in fettsaures Kupferoxyd. Mit Leim bleibt es unverändert. Nur auf Kalk wird es mit der Zeit grün, wahrscheinlich in Folge einer Umänderung des Leims durch den Kalk und Verbindung des Kalkes mit dem Zersetzungsproduct. Durch schwaches Erhitzen wird es, selbst unter Wasser, durch Verlust von Hydratwasser schwarz.

Schwarze Messingbronze.

Die schwarze Messingbronze für optische Instrumente ist ein Ueberzug von Kupferoxyd. Man bestreicht das Messing mit rauchender Salpetersäure, erhitzt bis die Fläche schwarz ist, bestreicht den Gegenstand noch warm mit Wachs und reibt mit Wollentuch ab.

Andere Vorschriften mit salpetersaurem Kupfer- oder Wismuthoxyd oder Platinchlorid geben kein besseres Resultat als bloße Salpetersäure nach obigem Verfahren.

Das Einfachschwefelkupfer, Cu_2S ist eine krystallinische, dunkelbleigraue, metallglänzende Masse, die natürlich vorkommt, für sich als Kupferglanz und mit Schwefeleisen als Buntkupfererz und Kupferkies. Künstlich erzeugt man es bei der Fabrikation des Kupfervitriols, indem man Schwefel auf glühendes Kupfer wirft und den Ofen verschließt.

Das Zweifachschwefelkupfer, CuS kommt sehr selten natürlich vor als Kupferindig, der ein schwarzblaues Pulver bildet. Durch Fällen der Kupferoxydsalze mit Schwefelwasserstoff erhält man es als bräunlich schwarzes Pulver, das später schwarz wird.

Die Kupfersalze, nämlich die Salze des Oxyds und das Chlorid

sind in wasserhaltigem Zustande blau oder grün, in wasserfreiem weiß oder gelb und haben einen widrigen, herb metallischen Geschmack. Sie sind besonders wichtig zur Herstellung blauer und grüner Malerfarben und in der Färberei als Oxydationsmittel für diejenigen Farbstoffe, mit deren Farben sie übereinstimmen, wie Blau und Schwarz.

Ausmittlung des Kupfers. Das empfindlichste Reagens auf Kupfer ist das blanke metallische Eisen, welches sich in einer Flüssigkeit, die nur eine Spur Kupfer enthält, deutlich verkupfert. Nach dem Eisen ist das Blutlaugensalz das beste Reagens, welches mit den Kupfersalzen einen kirschrothen Niederschlag bildet. Weniger empfindlich ist Ammoniak, welches bis zur Farblosigkeit verdünnte Kupferlösungen hellblau fällt, aber im Ueberschuß zugesetzt, den Niederschlag mit lasurblauer Farbe auflöst. Vor dem Löthrohr geben die Kupferverbindungen mit Soda auf Kohle ein hämmerbares Kupferkorn. Mit Borax geben sie in der äußeren Flamme ein himmelblaues Glas, in der inneren ein rothes Email. Die Flamme färben sie grün und auf Zusatz von Salzsäure blau.

Das schwefelsaure Kupferoxyd, Kupfer- oder blauer Vitriol, $CuO, SO_3, 5HO$ krystallisirt in himmelblauen, schiefen rhomboidischen Säulen, verwittert oberflächlich an der Luft und löst sich in 4 Th. kaltem und 2 Th. heißem Wasser.

Vorkommen. Der Kupfervitriol findet sich zuweilen ausgewittert auf schwefelhaltigen Kupfererzen und bildet in Grubenwasser gelöst die **Cämentwässer.**

Darstellung. Man erhält ihn im Großen durch Rösten des natürlichen oder künstlichen Schwefelkupfers und durch Kochen des metallischen Kupfers mit concentrirter Schwefelsäure: $Cu + 2SO_3 = CuO, SO_3 + SO_2$.

Wichtigkeit. Der Kupfervitriol dient als Zusatz zum Eisenvitriol beim Schwarzfärben der Wolle und des Filzes durch Blauholz, in der Kattundruckerei als Oxydationsmittel zur Reservage für die Indigküpe, zur Darstellung des Bremerblau und anderer Kupferfarben, zur Gewinnung des Cämentkupfer, man legt nämlich altes Eisen in die Auflösung; das mehr electropositive Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoff und der Schwefelsäure des schwefelsauren Kupferoxyds zu schwefelsaurem Eisenoxydul und das Kupfer schlägt sich metallisch nieder.

In der **Galvanoplastik** schlägt man das Kupfer durch Galvanismus aus schwefelsaurem Kupferoxyd auf Modellen von Stearin oder Gyps, die durch Graphitpulver leitend gemacht sind, in fester Form nieder.

148.



Der einfachste Apparat für kleinere Gegenstände besteht aus einem cylindrischen Glasgefäße a, auf dessen Rand ein Holzring b liegt. In diesem ist ein kleineres Glas ohne Boden so eingekittet, daß es ganz in a hängt. Unten ist es durch Thierblase geschlossen. Auf b steht ein Träger c mit beweglichem Arm d. Auf diesem hängt ein Kupferblechstreifen e, welcher den Zinkblock f trägt. Auf e liegt der Kupferblechstreifen g, welcher so weit gefirnißt ist, als er in die Flüssigkeit eintaucht und die Form h trägt. Die Klammer i vermittelt die vollkommene Berührung von e und g. Das innere Gefäß ist mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, das äußere mit Kupfervitriollösung. In dem Maaße als sich das Zink in der Schwefelsäure auflöst, schlägt sich metallisches Kupfer auf der Form nieder. Man erhält die Kupfervitriollösung dadurch concentrirt, daß man ein Säckchen mit Kupferoxydhydrat oder kohlensaurem Kupferoxyd hineinhängt. Im Großen nimmt man statt Glasgefäße hölzerne Kästen. Der äußere ist wasserdicht ausgepicht oder mit heißem Asphaltfirniß angestrichen, der innere statt Blase mit Pergament, Kalbleder oder Pergamentpapier überspannt.

Der Kupfervitriol befördert das Gehen des Teiges, am besten zu $^1/_{15000}$ bis $^1/_{30000}$ zugesetzt und wurde daher gebraucht, um aus schlechtem Mehl gutes Brod zu erhalten, allein diese kleine Menge ist schon der Ge-

sundheit schädlich und läßt sich auch noch chemisch nachweisen. Man benützt es ferner zum Tränken des Holzes, besonders der Eisenbahnschwellen, damit es unter der Erde nicht fault und braucht es zum Einweichen des Samengetraides, um es vor Brand, Vögeln und Insecten zu schützen, und in der Medicin.

Das kohlensaure Kupferoxyd. Das einfachbasische, oder halbbasische, $2\,CuO, CO_2 + HO$ findet sich natürlich als Malachit dicht und krystallisirt von smaragdgrüner Farbe. Der grüne Ueberzug des Kupfers in feuchter Luft oder unter der Erde, der unrichtig sogenannte **Grünspan** und besonders das künstlich dargestellte bildet wie der erdige Malachit ein heller grünes oder spangrünes Pulver.

Man erhält es durch Fällen von Kupfervitriol durch Soda oder Pottasche als blaßblauen Niederschlag, der durch Waschen mit heißem Wasser grün wird. Der dichte Malachit wird zu Kunstgegenständen verarbeitet. Was hiezu nicht brauchbar ist, dient als Kupfererz und, wie auch das künstliche, als Farbmaterial (**Berggrün**). Bei antiken Gegenständen von Kupfer heißt der Grünspanüberzug **grüne Patina** (Aerugo nobilis) und wird künstlich nachgeahmt, indem man Kupfer mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd bestreicht, behutsam erwärmt und mit geschmolzenem Wachs einreibt.

Das zweifachbasische oder $\frac{1}{3}$basisch kohlensaure Kupferoxyd $3CuC, CO_2 + HO$ kommt natürlich als Kupferlasur krystallinisch und erdig von lasurblauer Farbe vor. Künstlich erhält man es durch Fällen von schwefelsaurem Kupferoxyd mit $2\,H_4NO$, $3\,CO_2$ und Digeriren des Niederschlages mit Kalilösung. Es dient unter dem Namen **Bergblau** als Malerfarbe.

Es ist ein helles glänzendes Blau, aber wenig benützt, weil es keine Tiefe hat. Es neigt stark ins Grüne und ist von Werth als ein Blau, das sich am meisten vom Violett entfernt hält. Bei Kerzenlicht erscheint es fast grün.

Das arsenigsaure Kupferoxyd, $2CuO, AsO_3$ ist ein gelblichgrünes Pulver, welches man durch Fällen von schwefelsaurem Kupferoxyd mit arsenigsaurem Kali erhält. Es ist eine schöne, aber sehr giftige Malerfarbe und unter dem Namen **Scheele'sches Grün** oder **Mineralgrün** bekannt.

Das Doppelsalz von arsenigsaurem mit essigsaurem Kupferoxyd, $3(Cu_2O, ASO_3) + CuO, C_4H_3$ ist ebenfalls ein in Wasser unlösliches Pulver, aber smaragdgrün und als die schönste, aber auch sehr giftige Oel- und Wasserfarbe unter dem Namen **Schweinfurtergrün** bekannt. Man erhält es, wenn man eine Auflösung der arsenigen Säure zu basisch essigsaurem Kupferoxyd (eigentlichem Grünspan) setzt, welches in heißem Wasser vertheilt ist. Zuerst entsteht basisch arsenigsaures Kupferoxyd und Essigsäure wird frei, aber allmälig wird ein Theil der arsenigen Säure durch Essigsäure ersetzt.

Das Schweinfurter Grün ist das reinste Grün, sehr feurig und durch keine Mischung zu ersetzen, aber eben deshalb in der Malerei höchst sparsam benützt, weil es das Auge auf den einen Punkt des Bildes zieht, wo es angebracht ist. Zu Wasser- und Oelanstrichen und zum Lackiren wurde es im Anfange seines Bekanntwerdens wegen seiner Schönheit und Haltbarkeit sehr häufig gebraucht, allein als Zimmeranstrich und auf Tapeten zeigte es sich bald der Gesundheit nachtheilig, indem der Arsenik zumal an dunkeln und feuchten Orten mit den Bestandtheilen des Leimes allmälig eine gasförmige Verbindung bildet. Zu dem wenigen Grün, was noch bei der Wandmalerei vorkommt, dient jetzt häufig der unschädliche grüne Ultramarin. Als Lackirfarbe wurde es durch das weit billigere und viel besser deckende Oelgrün verdrängt. Selbst in Lackanstrichen erwies es sich giftig, nämlich auf der Innenseite der Kappenschilde, wo die Lackirung von dem Fette der Haut erweicht, gefährliche Augenentzündungen bewirkt.

Das Kupferchlorid, $CuCl$ krystallisirt in smaragdgrünen, zerfließlichen Säulen, die sich auch leicht in Weingeist lösen. Es färbt die Flamme blau. Man erhält es durch Auflösen von Kupferoxyd in Salzsäure, und in unreinem Zustande durch Versetzen von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Chlornatrium oder

anderen Chloriden. Eine verdünnte Auflösung dient als sympathetische Tinte. Das wasserhaltige ist nämlich in der dünnen Schichte auf dem Papier kaum sichtbar. Beim Erwärmen verliert es sein Wasser und tritt dann mit gelber Farbe hervor. Wichtiger ist es in der Färberei als Oxydationsmittel für gewisse Farbstoffe, indem es sich durch organische Substanzen zu Chlorür Cu_2Cl reducirt: $2CuCl + HO = Cu_2Cl + HCl + O$ [1]. Das basische Salz, $CuCl, 3CuO$ bildet ein spangrünes unlösliches Pulver, welches durch Benetzen von Kupferblech mit Kupfervitriol- und Kochsalz- oder Salmiaklösung an der Luft erhalten und unter dem Namen **Braunschweiger Grün** bisweilen als Farbmaterial benützt wird. Es eignet sich besonders für Gegenstände, die der Luft und Sonne ausgesetzt sind.

Blei.

Das Blei, Pb hat in reinem Zustand eine bläulichgraue Farbe, starken Metallglanz und 11,4 specif. Gew. Es ist so weich, daß es auf Papier schreibt, läßt sich sehr leicht biegen, schaben und schneiden, es ist sehr dehnbar, aber weniger zähe, als alle andern dehnbaren Metalle, läßt sich daher leicht in dünne Tafeln walzen, aber nicht gut zu dünnem Draht ziehen. Es hat keinen Klang und knirscht nicht beim Biegen. An der Luft überzieht es sich bald mit einer dünnen Haut von Suboxyd, die das darunterliegende Metall vor weiterer Oxydation schützt, es schmilzt bei 264° R. und kocht in der Weißglühhitze. Bei langsamem Erkalten krystallisirt es in Oktaedern und zieht sich beim Erkalten so beträchtlich zusammen, daß es nicht wohl zu Gußwaaren taugt, weil es die Formen nicht vollkommen ausfüllt. Durch anhaltendes Erhitzen wird es zuerst in graues Suboxyd und dann in gelbes Oxyd verwandelt. Von vollkommen luftfreiem Wasser wird das Blei nicht verändert. Es oxydirt sich durch die vom Wasser absorbirte Luft, und ist deshalb zur Aufbewahrung von Wasser bei Luftzutritt verwerflich. Regenwasser und der Luft ausgesetztes destillirtes Wasser greifen es daher am meisten an. Hartes Wasser, welches kohlensauren Kalk und Kohlensäure enthält, greift es nicht bemerkbar an. Bleierne Wasserleitungsröhren sind daher der Gesundheit nicht nachtheilig, wenn das Wasser nicht mit Luft in Berührung stehen bleibt. Von verdünnter Salpetersäure und von Essigsäure wird das Blei aufgelöst, von Salzsäure und Schwefelsäure wird es bei gewöhnlicher Temperatur nur langsam und blos oberflächlich angegriffen, aber nicht aufgelöst.

Bleierne Wasserleitungsröhren.

Vorkommen. Das Blei findet sich in der Natur am häufigsten an Schwefel gebunden als Bleiglanz.

Darstellung. Man gewinnt es aus dem Bleiglanz entweder durch die Röstarbeit oder durch die Niederschlagarbeit.

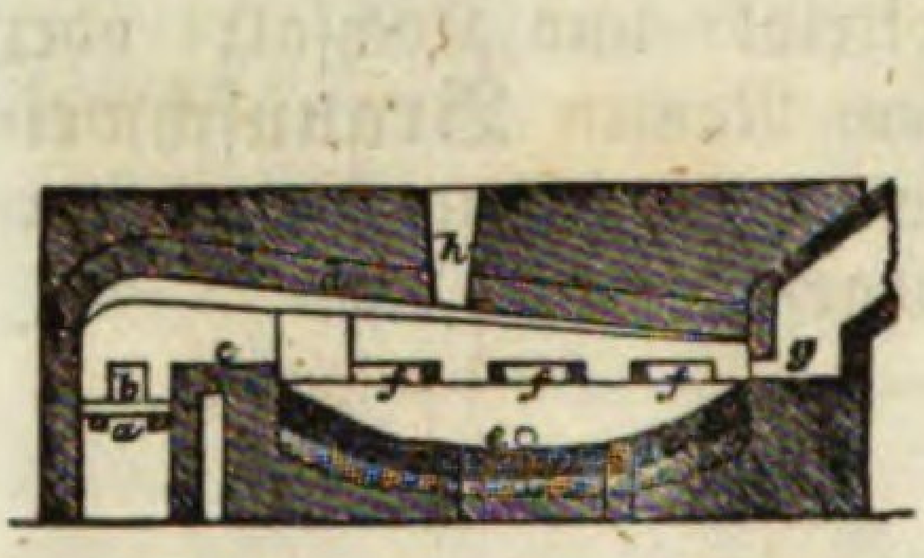
Das Rösten geschieht entweder in Stadeln (Fig. 145 S. 150) oder zweckmäßiger im Flammofen. Bei mäßiger Hitze verbrennt der Schwefel nur zum Theil zu schwefliger Säure, und Bleioxyd bleibt zurück. Ein Theil der schwefligen Säure oxydirt sich aber sogleich zu schwefliger Säure, die mit

1) Nach späteren Versuchen besitzt das Kupferchlorid nur als Doppelsalz und zwar nur mit Chlorammonium jenes ausgezeichnete Oxydationsvermögen. Freies Kupferchlorid und salpetersaures Kupferoxyd oxydiren die Farbstoffe zwar auch, aber man braucht dazu 8mal so viel als von Ammonium-Kupferchlorid (vergl. Salmiak 103).

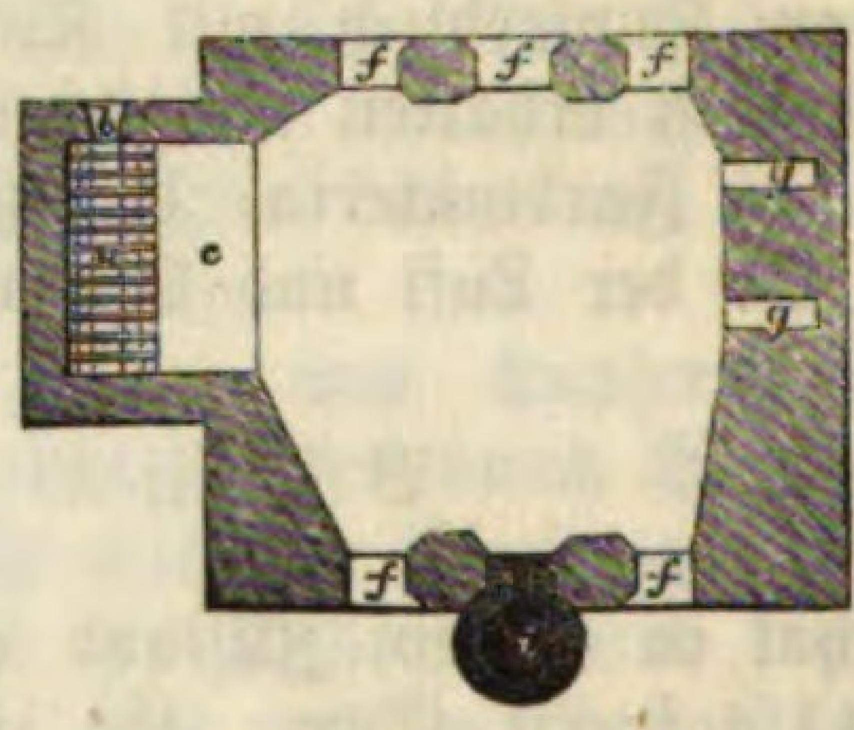
einem Theil des Bleioxyds schwefelsaures Bleioxyd bildet. Man erhält demnach ein Gemenge von Bleioxyd, schwefelsaurem Bleioxyd und Schwefelblei, welches man entweder durch verstärktes Feuer in demselben Flammofen in Blei und schweflige Säure zerlegt ($2PbO + PbO, SO_3 + 2PbS = 5Pb, 3SO_2$) oder in kleinen Schachtöfen mit Schlacken niederschmilzt.

Flammofen zum Rösten und Ausschmelzen der Bleierze.

149.



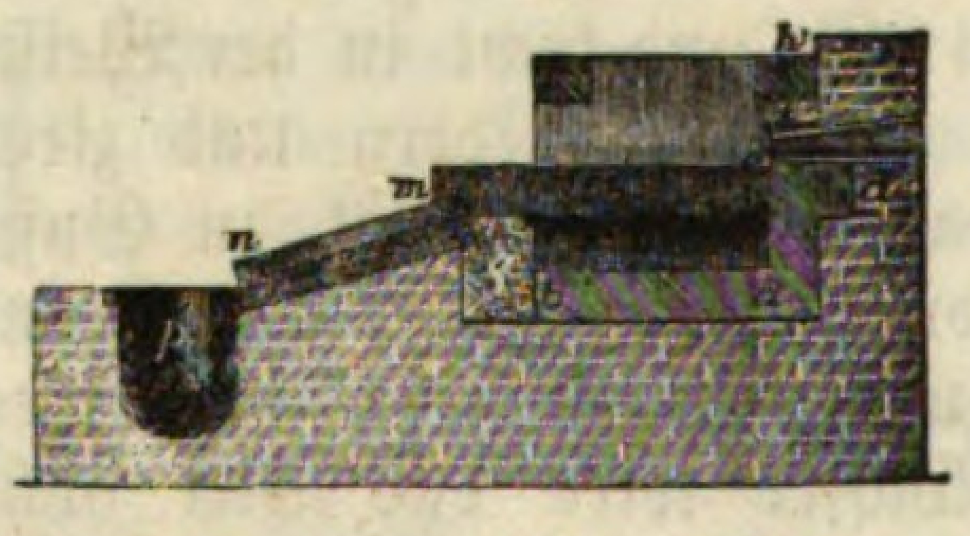
150.



a ist der Rost des Flammofens, b das Schürloch, c die Feuerbrücke, mit einem durchgehenden Canal zur Abkühlung, d das Gewölbe mit der Oeffnung h zum Einschütten des Erzes, e der Heerd, f f f Arbeitsthüren, g g Füchse, die sich nebst denen der andern Flammöfen einer Hütte in einem Hauptcanal vereinigen, welcher, nachdem sich darin und in einer Verdichtungskammer schweflige Säure und andere Gase verdichtet haben, in den Schornstein ausmündet. Die Heerdsohle wird von der Schlacke einer früheren Arbeit gebildet, indem man ihr im breiartig geschmolzenen Zustande die passende Form giebt. Am tiefsten Theile sammelt sich das Blei an und wird durch eine Stichöffnung e von Zeit zu Zeit abgestochen und in den gußeisernen Vortiegel i gelassen.

Schmelzofen für das geröstete Bleierz.

151.



Zum Ausschmelzen des gerösteten Bleierzes hat man ganz niedrige Schachtöfen Krummöfen (innen 2′ hoch). Die innern Wände und die Sohlplatten a b sind massive Gußeisenstücke. Die eiserne Rückwand c d (Rückstein) trägt die Blasform und das Eisenstück e (Formstein). Der Rückstein h bildet die Rückseite der Gicht. Die Platte m n heißt der Werkstein und ist von allen Seiten, außer der Ofenseite von einem Rande umgeben. Die beiden Seitenränder der Sohlplatte tragen die eisernen Seitenstücke c m, die etwas über die Werkplatte m n vorragen, damit sie sich nicht verrückt. Auf diesen ruhen 2 andere Eisenstücke von der Dicke des Rücksteins. Die Vorderseite oder Brust des Ofens bleibt 12″ hoch offen, um die Schmelzung zu beobachten. Das Ganze ist mit eisernen Platten bedeckt. Der Zwischenraum q ist mit einem feuchten Gemenge von Bleiglanz und Knochenasche vollgestampft, über welches das Blei in einer Rinne in den gußeisernen Kessel p fließt.

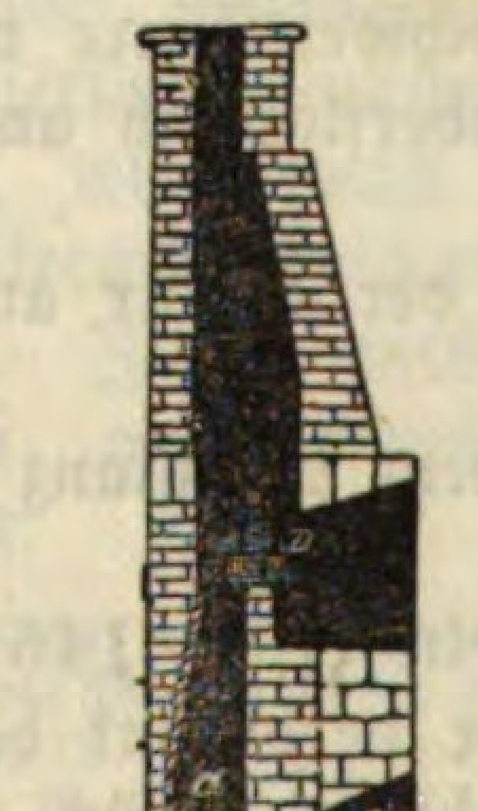
Bei der Niederschlagarbeit schmilzt man den Bleiglanz mit Garschlacke (Eisenoxyduloxyd) und Kohle oder mit granulirtem Roheisen, wodurch metallisches Blei und Schwefeleisen entsteht.

Bleischmelzofen zur Niederschlagarbeit.

152.



153.

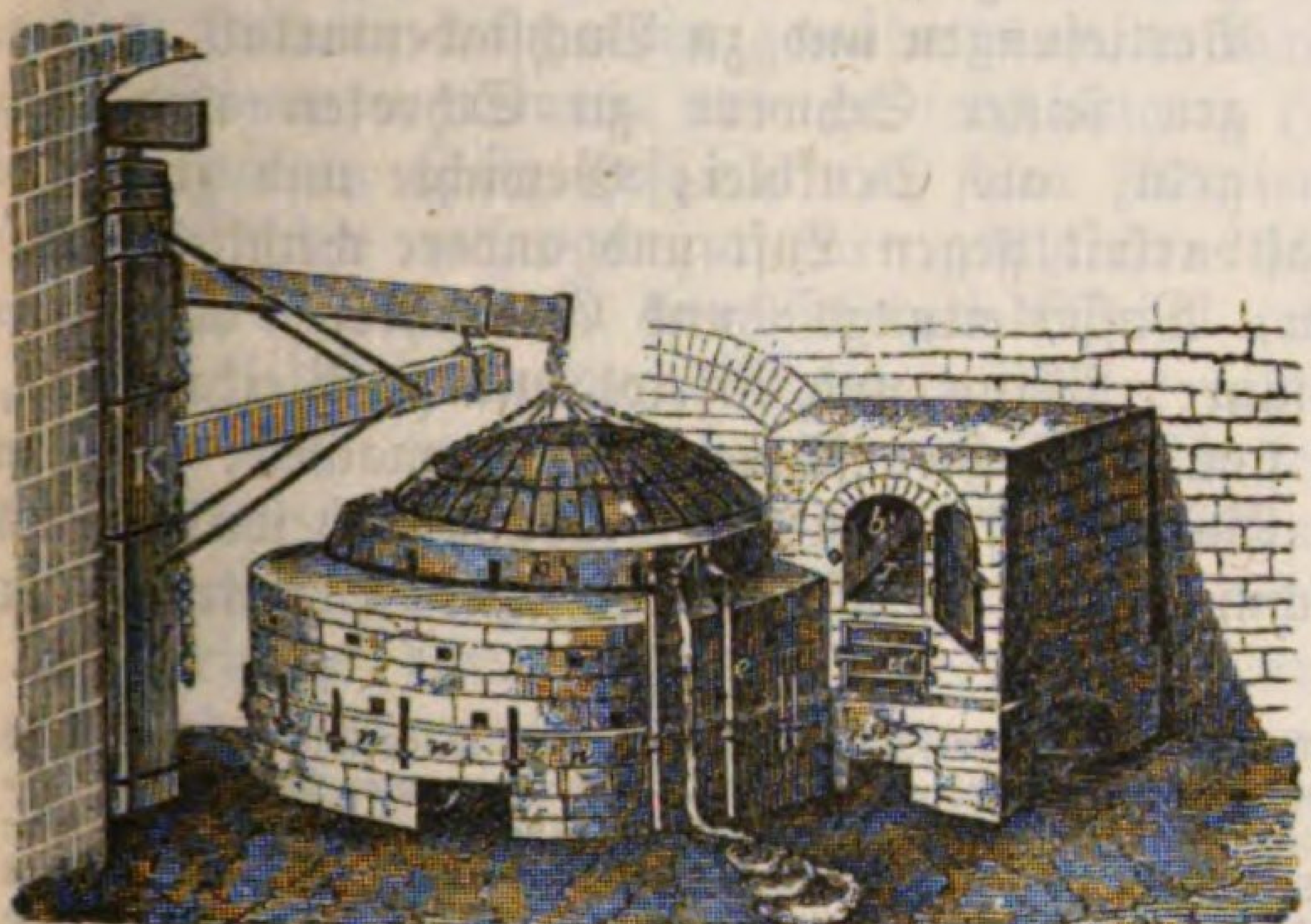


Zur Niederschlagarbeit wendet man gewöhnlich einen Schachtofen von 20′ Höhe an, oben rund, in der Mitte oval, und unten vielkantig. Auf dem Fundamente ruhen unmittelbar die Sohlensteine e e, worauf aus schwerem Gestübe der Heerd g geschlagen wird, der, so weit er aus dem Ofen ragt, mit eisernen Platten z eingefaßt ist. In das Gestübe ist eine Rinne l eingeschnitten, die sich in den Tiegel k endigt. Durch D wird das Erz aufgegeben, b ist die Gebläseform. Beim Schmelzen entstehen in k 3 Schichten: am Grunde das Blei, in der Mitte der Stein (Schwefeleisen mit etwas Schwefelblei) und oben darauf die Schlacke. Letztere fließt daher durch n über die Schlackentrift q herab. Hat sich hinreichend Blei und Stein in k gesammelt, so öffnet man mit einem Spies den Canal f, der am Grunde von k ausmündet, läßt Blei und Stein in den Tiegel m abfließen und verstopft wieder. Der auf dem Blei schwimmende Stein erstarrt viel früher als dieses, wird daher abgehoben und dann das Blei mit Kellen in Formen gegossen.

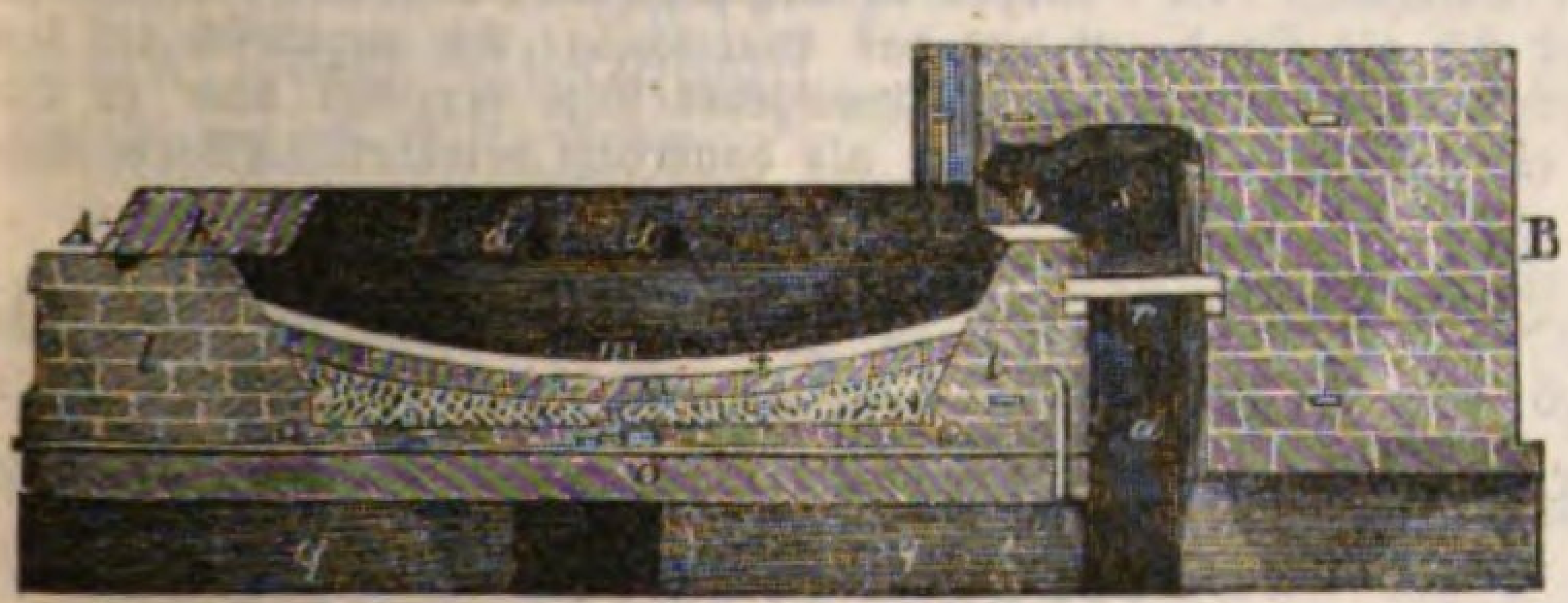
Enthält das reducirte Blei beachtenswerthe Mengen Silber, so heißt es **Werkblei** oder Werke und man erhält das Silber daraus durch das **Abtreiben** auf dem **Treibherde.** Dieser ist aus Ziegelsteinen ausgeführt und auf der oberen Fläche mit Mergelmasse (tFig. 155) oder mit einem Ge-

menge von ausgelaugter Asche und gelöschtem Kalk oder Thon bedeckt. In der Mitte ist eine kesselförmige Vertiefung (m) (die Spur). Von dieser geht nach der ganzen Länge des Heerdes eine Rinne (die Glättegasse). Das Werkblei wird durch ein Gebläsefeuer oxydirt. Das geschmolzene Bleioxyd (die Bleiglätte) fließt, anfangs mit den Oxyden fremder Metalle (Eisen, Kupfer, Arsenik, Zink) verunreinigt, durch die Glättegasse ab, hat eine dunklere Farbe und liefert durch die nachfolgende Reduction mit Kohle das **Hartblei**, die später abfließende hellere und reinere Glätte dagegen das **Weichblei**. Wenn die Glätte abgeschmolzen ist, so erscheint die glänzende Oberfläche des metallischen Silbers (der Silberblick). Dieses **Blicksilber** enthält noch kleine Mengen Kupfer und Blei. Man unterwirft es daher dem **Feinbrennen**, d. h. man erhitzt es in einer eisernen, mit Knochenmehl ausgekleideten Schüssel unter einer Bedeckung von ausgelaugter Holzasche, deren Kieselsäure mit den sich bildenden Oxyden Schlacke bildet, und reines Silber (Feinsilber) bleibt zurück.

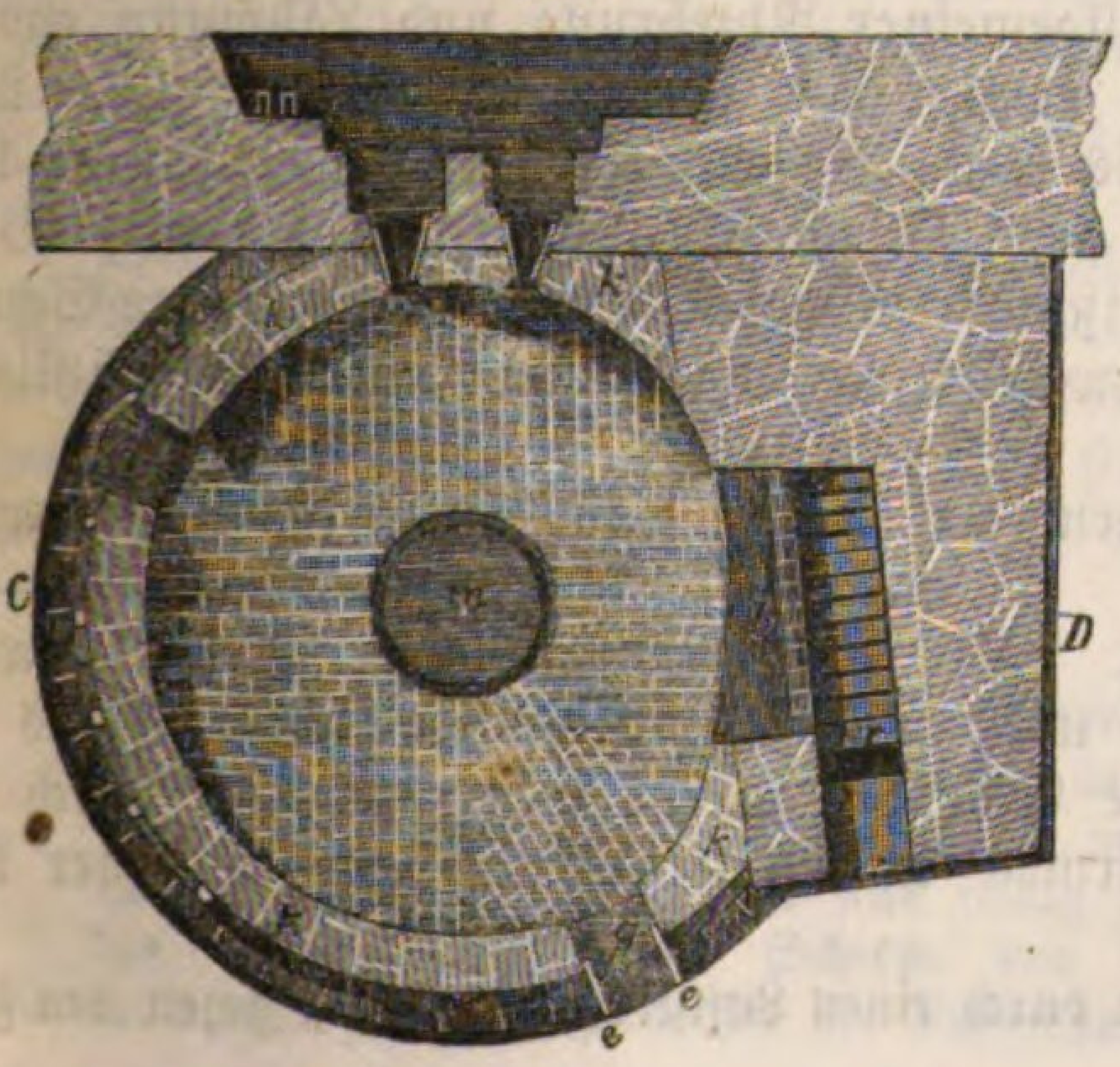
154.



155.



156.

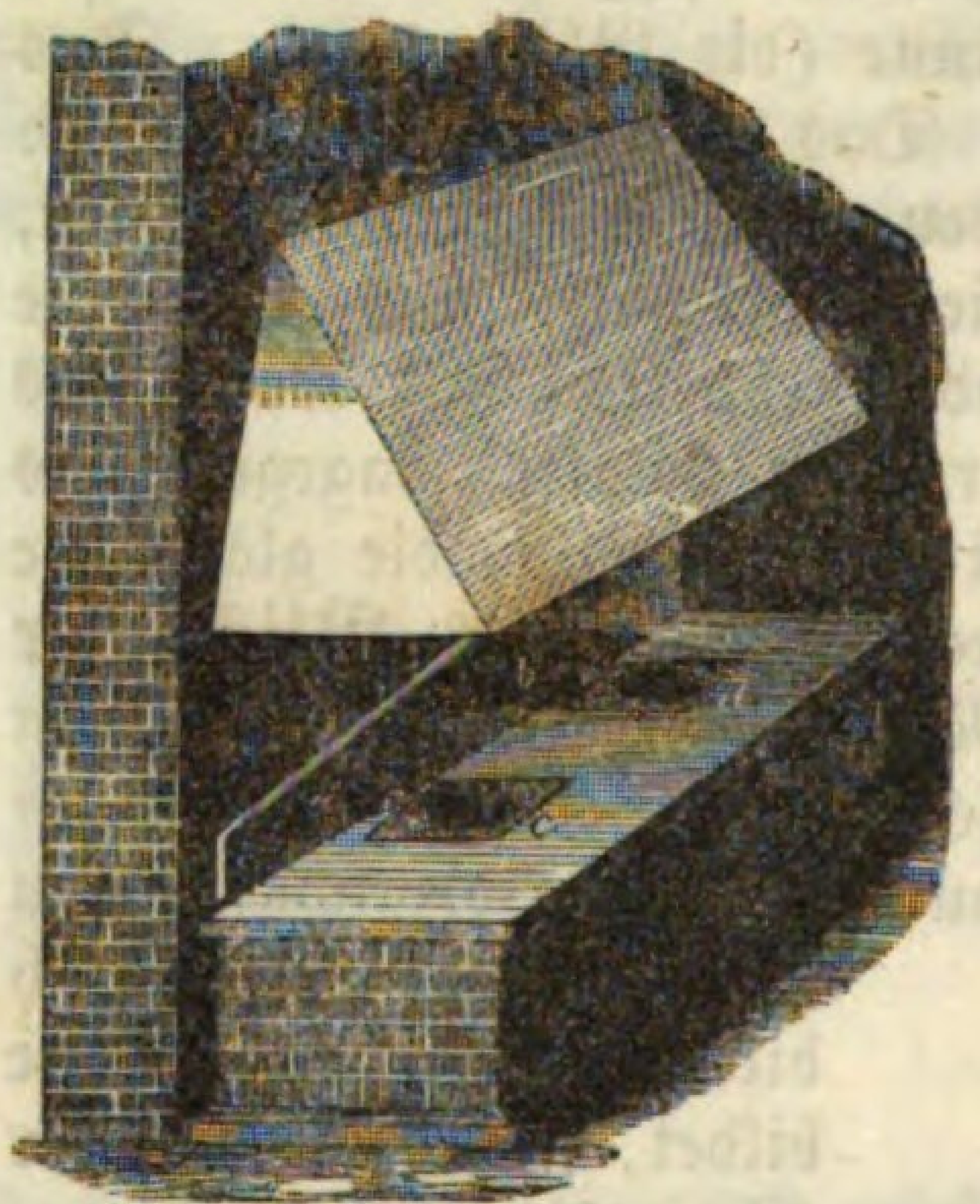


Treibheerd.

Fig. **154** ist das Aeußere eines deutschen Treibheerdes, **155** ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie **C D** von Fig. **156** u. Fig. **156** ein Horizontaldurchschnitt nach **A B** von Fig. **155**. **a** Aschenfall, **r** Rost, **s** Schürraum, **b** Brücke, **t** die Mergelschichte, Treibsohle, **u** eine Unterlage von Ziegelsteinen, **Ziegelheerd**, **n** eine Schlackenschichte **Schlackenheerd**, **o** das Mauerwerk mit mehreren kleinen und den großen **Abzüchten** q q zum Abziehen der Feuchtigkeit. **m** die **Spur**, von welcher aus die **Glättegasse** eingeschnitten wird bis nach dem von 2 eisernen Platten **e e** eingefaßten **Glätteloch** g, wo die Glätte abfließt. Die Oeffnung f war früher das **Schürloch** und heißt noch so, obgleich es jetzt als Fuchs, d. h. zum Abzuge der heißen Luft und zum nachträglichen Einsetzen von Erz dient. Das Mauerwerk von Bruchsteinen **l**, welches den Heerd einschließt, heißt **großer** oder **Hauptkranz**, das darüber befindliche **k** **kleiner** oder **Ziegelkranz**, mit den 2 Formen **d d**, welche hier **Kannen** heißen, weil sie herabhängende Klappen haben, (welche der Wind öffnet) um den Wind auf die schmelzende Fläche zu leiten. Auf dem Ziegelkranz **k** sitzt der **Treibhut** oder die **Haube**, der sich durch den Krahn **K** abheben läßt. Er besteht aus einem eisernen Gerippe, nach innen mit Doppelhacken zur Befestigung eines Thonbeschlages.

Silberfeinbrennheerd.

157.



a b sind zwei Formen eines **Feinbrennheerdes** oder Silberraffinirheerdes; c, d die Heerd- oder **Testgruben**, in welche die eisernen Schalen oder **Teste** in Sand eingesetzt sind.

Chemisch rein erhält man das Blei durch starkes Glühen des schwefelsauren Bleioxyds mit Kohle und Soda.

Wichtigkeit. Das Blei ist wichtig 1. wegen seiner Weichheit und Biegsamkeit als Tabak- und Fensterblei, Unterlage beim Durchschlagen des Bleches, zum Abformen und als Draht zu chirurgischen und physikalischen Instrumenten, 2. wegen seiner Leichtschmelzbarkeit zum Vergießen von Klammern, Hacken und Vertiefungen und zu Buchstabenmetall, 3. wegen seiner Schwere zu Schroten und Kugeln, als Senkblei, Gewichte und zum Beschweren, 4. wegen seiner Haltbarkeit gegen Luft und andere chemische Einflüsse zu Dächern, Dachrinnen, Wasserleitungs- und Gasröhren, Abdampfkessel für Schwefelsäure, Weinsäure, Alaun und Vitriol und zu Bleikammern, 5. als Zusatz zu Legirungen, um sie leichter schmelzbar zu machen, 6. zum Ausbringen des Silbers und Goldes, 7. seine Verbindungen besonders als Farbmaterialien, zu leicht schmelzbaren Gläsern und zur Bereitung der Firnisse.

Verbleiung der Metalle.

Große Abdampfkessel müssen sehr dick in Blei sein, wenn sie ihre Form behalten sollen und werden dadurch sehr schwer und theuer. Man verbleit daher zuweilen Kessel von Kupfer, Schmiede- oder Gußeisen zu diesem Zweck. Die Verbleiung muß aber dick sein, wenn sie das Metall vollkommen und für die Dauer schützen soll. Man verzinnt daher den Kessel zuvor und hängt dann ein Blechfutter in denselben, welches so viel Raum zwischen sich und dem Blechfutter läßt, daß dieser mit Blei ausgegossen, einen Ueberzug von genügender Stärke liefert. — Kupfer und Messing nehmen auch auf nassem Weg eine Verbleiung von beliebiger Stärke an, wenn man sie mit einer Auflösung von Bleioxyd in Aetzlauge füllt und mit einem Stück Zinn in Berührung bringt. Das Zinn löst sich als Oxyd auf und das Blei schlägt sich metallisch auf dem Kupfer nieder. — Man hat auch Eisenblech durch Eintauchen in geschmolzenes Blei verzinnt und zu Dächern, Dachrinnen 2c. verwendet, allein es hat sich durchaus nicht als dauerhaft bewährt. (Siehe Verzinkung).

Verbindungen. Die Verbindungen des Bleies sind sämmtlich giftig, wirken aber weit langsamer als die Verbindungen aller übrigen giftigen Metalle. Gelangen sie in kleiner Menge, aber anhaltend, z. B. durch die äußere Haut, oder als Staub durch die Lungen in den Organismus, so bewirken sie die Bleikolik (allmälig eintretende heftige Leibschmerzen mit hartnäckiger Verstopfung) und nach allgemeiner Abzehrung und Lähmung endlich den Tod. Bei größeren Mengen erfolgt der Tod größtentheils durch Magen- und Darmentzündung. Das beste Gegenmittel ist schwefelsaures Natron oder schwefelsaure Magnesia, weil sie unauflösliches schwefelsaures Bleioxyd bilden. In manchen Bleiweißfabriken nehmen die Arbeiter eine Schwefelsäurelimonade (Wasser mit Schwefelsäure und Zucker) zum gewöhnlichen Getränk.

Wichtig sind einige Legirungen, die Oxyde, das Schwefelblei und mehrere Salze.

Legirungen des Bleies. Für die Fabrikation der Schrote wird das Blei mit $^1/_3$ bis 1% Arsenik und zum Buchstabenmetall mit 25 bis 34 Antimon versetzt. Man erhält die Schrote, indem man das Blei durch ein Sieb von 150 Fuß [1]) hohen Thürmen in Wasser herabfallen läßt, der Ar-

1) Jetzt erspart man an der Höhe durch einen Luftstrom, den man gegen den Fall

senik verhindert, daß die Schrote länglich werden, weil er das Blei leichtflüssig macht, so daß es länger flüssig bleibt. Der Antimonzusatz zum Letternmetall soll dem Blei die erforderliche Härte geben. Das Letternmetall muß leicht schmelzbar und so hart sein, daß die Lettern beim Druck nicht platt werden, aber nicht so spröde, daß sie abbrechen. Die Legirungen des Bleies mit Zinn und Wismuth gehören zu den Zinn- und Wismuthlegirungen.

Das deutsche Letternmetall enthält selten über 1 Theil Antimon auf 5 Theile Blei, das englische dagegen 2 Theile Antimon und 2 Theile Zinn auf 5 Th. Blei. Es ist daher theuerer, aber dafür auch haltbarer. Daher die Schärfe des englischen Druckes, während der deutsche häufig stumpf ist.

Das Bleisuboxyd oder die Bleiasche, Pb_2O ist ein dunkelgraues Pulver und bildet die Haut, womit das Blei an der Luft anlauft; in höherer Temperatur wird es zu Bleioxyd und mit Wasser zu kohlensaurem Bleioxyd.

Das Bleioxyd, Massicot, Neugelb oder Königsgelb, PbO ist ein gelbes Pulver, welches in gewöhnlichem lufthaltigen destillirten Wasser wenig, in vollkommen reinem und in salzhaltigem (also in Brunnenwasser) nicht, wohl aber in Salpetersäure und fixen Alkalien auflöslich ist. Es schmilzt in der Glühhitze anfangs zu einer röthlichen schuppigen Masse (**Bleiglätte**), dann zu einem gelben durchsichtigen Glase, und verflüchtigt sich in der Weißglühhitze. Bei längerem Liegen in Wasser bildet es damit ein weißes Hydrat, 2PbO, HO, welches gegen 12000 Th. Wasser zur Auflösung braucht, aber dies reicht schon hin, das Wasser zu vergiften; bei Gegenwart von Kohlensäure entsteht 2 PbO, CO_2, HO. Das Hydrat entsteht auch bei der Fällung der Bleisalze durch Alkalien. Das freie Oxyd kommt in der Natur nicht vor und wird erhalten, wenn man Weichblei anhaltend erhitzt. Man brauchte es früher häufiger als jetzt als gelbe Malerfarbe, welche an der Luft abschießt, d. h. in weißes kohlensaures Oxyd übergeht; ferner zur Darstellung des Bleiweißes und der Mennige, das geschmolzene Oxyd oder die Glätte wegen seiner Leichtschmelzbarkeit zu Glasuren und Gläsern, Firnissen und wegen seiner Eigenschaft, mit Fetten zähe, erhärtende Seifen zu bilden, zu Kitten und Pflastern.

Das Bleihyperoxyd, PbO_2 ist ein dunkelbraunes Pulver, welches nicht natürlich vorkommt und durch Erwärmen der Mennige mit überschüssiger verdünnter Salpetersäure entsteht. Da es leicht Sauerstoff abgiebt, so wird es zur Bereitung der Zündhölzer gebraucht.

Das Bleioxyd-Hyperoxyd, oder die Mennige besteht aus 4 At. Blei und 5 At. Sauerstoff. Die Gruppirung des Bleies und Sauerstoffes ist aber noch nicht genau bestimmt. Einige betrachten daher die Mennige als Oxyd-Hyperoxyd $= 3\,PbO, PbO_2$, Andere als Oxyd-Sesquioxyd $= 2\,PbO, Pb_2O_3$.

Die Mennige bildet ein Pulver von schöner, hellscharlachrother Farbe, ist in Wasser nicht löslich, wird von Salpetersäure in auflösliches Oxydsalz und in Bleihyperoxyd zersetzt. In der Rothglühhitze verwandelt sie sich unter Sauerstoffentwicklung in Bleioxyd. Sie findet sich selten als natürliche Men-

---

führt. Oder man bedient sich der Centrifugalbewegung, d. h. man gießt das Blei auf eine horizontale Scheibe mit verticaler Spindel und aufrechter Seitenwand von durchlöchertem Messingblech mit einer Randgeschwindigkeit von 100′ in der Minute. Die Körner sind völlig gleich und rund und werden auf einem die Scheibe umgebenden Schirm von Leinwand aufgefangen. Sie werden nur dann cylindrisch, wenn die Umdrehung zu langsam ist.

nige und wird erhalten, wenn man Massicot, Bleiglätte oder am schönsten (Pariserroth), wenn man Bleiweiß in flachen Blechkästen in einem Flammofen unter reichlichem Luftzutritt und Umrühren zum schwachen Glühen erhitzt.

Die Mennige dient als rothe Oelfarbe und zu feinen Gläsern und Glasuren, nicht blos, weil sie reiner ist (von Eisen und Kupfer) als Bleiglätte, sondern auch, weil sie vorhandenen Kohlenstoff und Eisenoxydul oxydirt. Eben deshalb dient sie auch mit Leinöl zu Kitt für Verbindungsstellen an Dampfmaschinen, indem sie in Berührung mit dem Oel Sauerstoff an dasselbe abtritt und dadurch ein rascheres Erhärten desselben vermittelt als Bleiglätte.

Die Mennige ist ein sehr billiges, aber nicht angenehmes Roth zu ordinären Oelanstrichen, niemals aber als Malerfarbe, da sie sich zudem auch durch Schwefelwasserstoff schwärzt; eben deshalb und, weil sie sich schlecht in Wasser arbeitet, d. h. sich mit Leim verdickt und schnell zu Boden fällt, findet sie als Wasserfarbe keine Anwendung; nur die aus Bleiweiß erzeugte Mennige verdickt sich nicht. Zu ordinärem Siegellack benützt man sie, um Zinnober zu sparen. Sie darf jedoch nicht stark damit erhitzt werden, weil sonst die Farbe durch Verseifung verschwindet. Ferner zum Färben der Zündholzmasse, wo sie zugleich als Sauerstoff liefernde Substanz dient.

Das Schwefelblei, PbS findet sich natürlich als Bleiglanz in bleigrauen Würfeln von Metallglanz, künstlich dargestellt durch Zersetzung der Bleisalze durch Schwefelwasserstoff als schwarzes Pulver. Der Bleiglanz ist wichtig als Bleierz, so wie zur Erzeugung der Töpferglasur und heißt daher auch **Glasurerz**. (Ueber seine Anwendung zum Wäschezeichnen beim salpetersauren Silberoxyd).

Die Bleisalze, nämlich die Salze des Bleioxyds und das Chlorid sind, wenn sie keine gefärbten Säuren enthalten, in der Regel farblos und die auflöslichen haben einen süßen, zusammenziehenden Geschmack.

Ausmittlung des Bleies. Löst man das Metall, die Oxyde und unlöslichen Salze in verdünnter Salpetersäure und die löslichen Salze in Wasser auf, so bilden sie mit Schwefelsäure oder schwefelsauren Salzen einen schweren, weißen, pulverigen, in Salpetersäure unauflöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, welcher sich von schwefelsaurem Baryt dadurch unterscheidet, daß er von Schwefelwasserstoff geschwärzt wird. Das Schwefelblei wird von starker Salpetersäure nur zum Theil als salpetersaures Bleioxyd gelöst, während der andere Theil als schwefelsaures Bleioxyd zurückbleibt.

Auf trockenem Wege giebt das Blei und seine Verbindungen leicht ein metallisches Bleikorn, das sich durch seine Farbe und durch seine Weichheit unter dem Hammer auszeichnet und in Salpetersäure gelöst die Reactionen des Bleies auf nassem Wege liefert. In der Oxydationsflamme oxydirt es sich, indem es auf der Kohle einen rothbraunen, beim Erkalten citronengelben Beschlag von Bleioxyd bildet.

Kohlensaures Bleioxyd. Das neutrale, PbO, CO_2 kommt als Mineral unter dem Namen Weißbleierz in wasserfreien rhomb. Säulen, oder krystallinisch und dicht vor, künstlich dargestellt ist es ein feines weißes Pulver, ebenfalls wasserfrei, in Wasser, wenn es keine Kohlensäure enthält nicht, wohl aber in ätzendem Kali und Natron auflöslich. Man erhält es durch Fällung auflöslicher Bleisalze mit kohlensauren Alkalien, macht aber keine Anwendung davon.

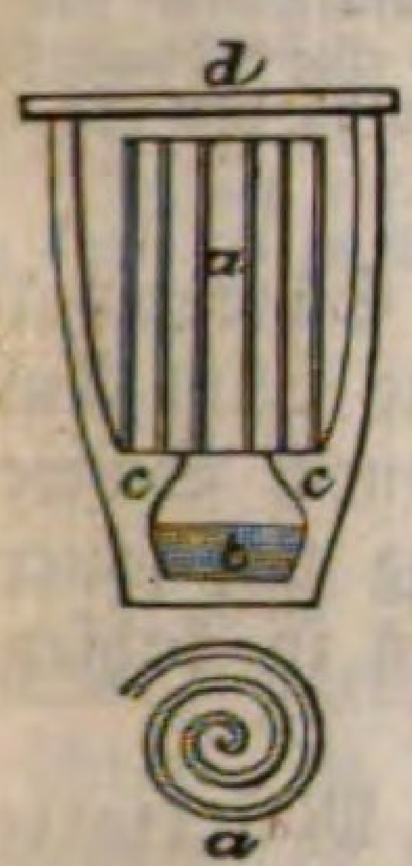
Das einfachbasisch kohlensaure Bleioxyd, $2 PbO, CO_2, HO$ entsteht auf der Oberfläche des metallischen Bleies in luft- und kohlensäure-

haltigem, aber sonst reinem Wasser als eine seidenglänzende, krystallinische Masse, findet aber keine Anwendung, weil es als Farbe nicht deckt.

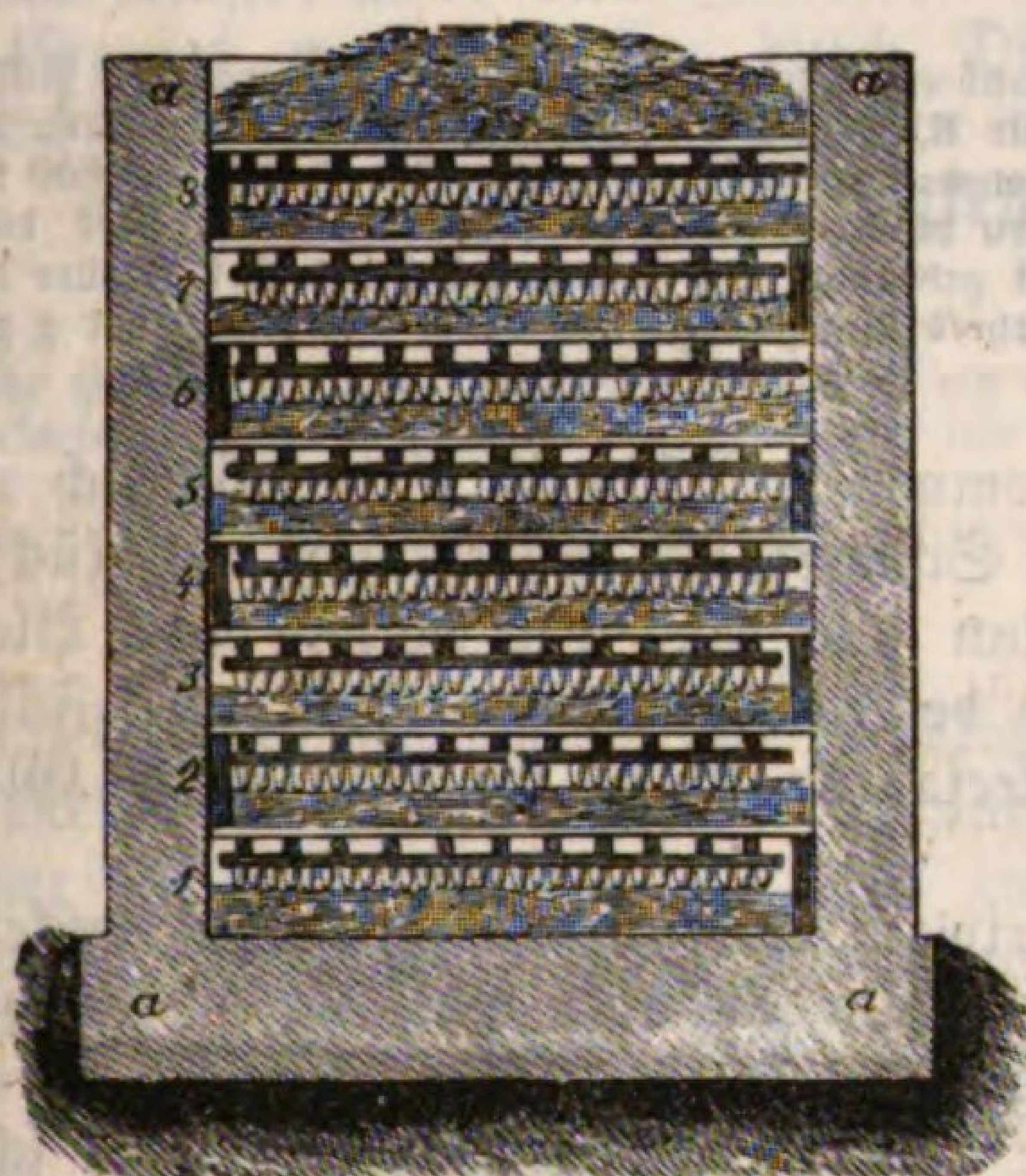
Das zweifachbasisch kohlensaure Bleioxyd, $3\,PbO,\ CO_2,\ HO$ bildet, zuweilen mit etwas dreifach basischem Salz gemengt, das Bleiweiß, ein weißes Pulver, das in seinen Eigenschaften mit dem neutralen Salz übereinstimmt.

Man erhält es nur künstlich und unterscheidet vorzüglich 2 Darstellungsarten, die holländische und französische.

158.



159.

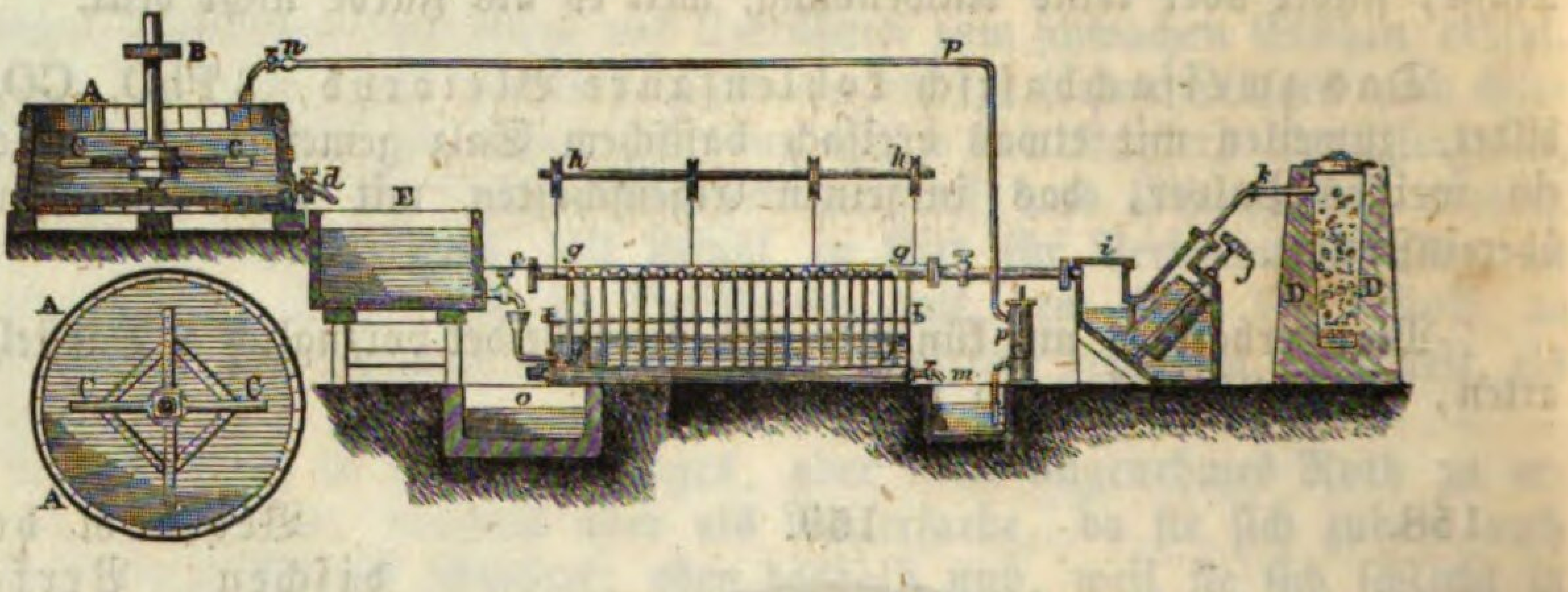


Bei dem holländischen Verfahren stellt man das Blei als aufgerollte Platten (Fig. 158 a) in glasirte Töpfe mit etwas Bieressig auf drei kleine Vorsprünge c c, deckt sie mit Bleischeiben d zu, stellt sie auf eine Schichte Pferdemist (Fig. 159), stellt noch 4—5 Reihen darüber und bedeckt das Ganze mit einer Schichte Mist, welche von außen durch Planken zusammengehalten wird, so daß die Luft nur langsam zutritt. Statt Mist kann man auch Gerberlohe nehmen. Durch die Zersetzung des Mistes oder der Lohe wird Kohlensäure und so viel Wärme entwickelt, daß der Essig verdampft. Die Essigsäure veranlaßt das Bleioxyd sich aus der Luft zu oxydiren und bildet damit basisch essigsaures Salz, welches von der durch die Fäulniß entwickelten Kohlensäure zersetzt wird. Die Platten bedecken sich mit einer Rinde, die man durch Aufrollen derselben losbricht und werden endlich ganz davon durchfressen. Letztere werden in ganzen Stücken als Schieferweiß verkauft. Dieses Bleiweiß hat einen Stich ins Graue von etwas entwickeltem Schwefelwasserstoff.

Mistbad oder Looge zur Bleiweißfabrikation.

Bei dem französischen Verfahren erzeugt man durch Auflösen von Bleioxyd in Essig basisch essigsaures Bleioxyd, in welches man so lange Kohlensäure leitet, bis die Flüssigkeit sauer reagirt, dann setzt man wieder Bleioxyd zu. Die Kohlensäure wird durch Verbrennung von Kohlen oder beim Brennen von Kalk entwickelt oder man benützt die an manchen Orten aus dem Boden strömende Kohlensäure (S. 60). Dieses Bleiweiß deckt weniger.

160.



In der Kufe A wird das Auflösen von Bleiglätte in Essig durch den Rührer C B beschleunigt. Die Lösung fließt durch d ins Reservoir E, wo sich die Unreinigkeiten absetzen, dann durch e in ein Bassin, dessen gut schließender Deckel durch Klammern fest angezogen ist. Im Deckel sind 800 Röhren f f festgelöthet, die über dem Deckel an 20 Zweigröhren befestigt sind (von denen man hier blos die Durchschnitte sieht). In einem kleinen Ofen D D wird Kalk gebrannt und die entweichende Kohlensäure durch eine hydraulische Schnecke (Cagniardelle) mittelst des Rohres k angesaugt und durch das Hauptrohr g g und die 800 Zweigröhren in die Bleilösung gedrückt.

Das im Handel vorkommende Bleiweiß ist gewöhnlich mit Schwerspath oder Kreide gemengt. Den Schwerspath erhält man als Rückstand beim Auflösen in Salpetersäure. Man fällt aus der Lösung das Blei durch Schwefelwasserstoff und erhält aus der Flüssigkeit den Kalk durch Fällung mit sauerkleesaurem Kali, als sauerkleesauren Kalk, den man durch Glühen in kohlensauren verwandelt.

Man benützt das Bleiweiß hauptsächlich als gut deckende Malerfarbe, zu Glasuren und Glaserkitt. Da es aber auf die Gesundheit der Arbeiter sehr schädlich einwirkt, welche es bereiten, oder als Farbe abreiben und da es auch unter Firniß mit der Zeit durch Schwefelwasserstoff schwarz wird, so hat man schwefelsaures Bleioxyd dafür empfohlen, welches davon nicht so leicht geschwärzt wird, oder noch besser Zinkoxyd.

Bleiweißsurrogate.

Künstlich dargestellter Schwerspath ist wenig giftig und noch schöner weiß als Bleiweiß, deckt aber etwas weniger und trocknet als Oelfarbe schlecht. Schwefelsaures Bleioxyd ist noch schöner, deckt eben so gut wie Bleiweiß, trocknet aber auch nicht. Schwerspath hat den Vorzug vor schwefelsaurem Bleioxyd, daß er wohlfeiler ist und sich durch Schwefelwasserstoff nicht schwärzt. Beide trocknen aber eben so gut wie Bleiweiß, wenn man sie vor dem Anreiben mit Oel mit 1% ihres Gewichtes Kalkhydrat mischt, welches noch keine Kohlensäure angezogen hat. Das Zinkweiß ist nicht so schön weiß wie Bleiweiß, deckt weniger und trocknet noch weniger, aber es ist wenig giftig und wird durch Schwefelwasserstoff nicht schwarz, aber mit bleioxydhaltigem Leinölfirniß gelb. Antimonweiß ist zu theuer, giftig und wird durch Schwefelwasserstoff orangegelb.

Das salpetersaure Bleioxyd oder der Bleisalpeter, PbO, NO_5 krystallisirt in wasserfreien, aus saurer Lösung in durchsichtigen, aus neutraler in trüben regelmäßigen Oktaedern, löst sich in 2 Th. Wasser kaltem und weniger heißem Wasser und verpufft auf Kohle schwach. Man erzeugt es fabrikmäßig durch Auflösung des Bleies in reiner Salpetersäure zur Darstellung des Chromgelbs und braucht es auch zu Zündhölzern statt des Kalisalpeters, weil es das Feuchtwerden verhindert, indem die in der Masse entstehende und zerfließende Phosphorsäure mit dem Bleioxyd ein unlösliches Salz bildet. Wenn man Bindfaden oder Papiere mit der Lösung tränkt und trocknet, so verglimmen sie beim Anzünden. Es dient daher zu Lunten. In der Färberei und Kattundruckerei dient es zu Chromgelb, weil es dasselbe schöner hervorbringt als essigsaures Bleioxyd, ferner in den Fällen, wo zugleich Weinsteinsäure oder Citronensäure angewendet werden soll, welche das essigsaure Salz zersetzen und niederschlagen.

Das schwefelsaure Bleioxyd, PbO, SO_3 ist ein weißes, wenig in

concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure, mehr in Salzsäure auflösliches Pulver, kommt natürlich als Vitriolbleierz vor und wird in großer Menge als Nebenproduct erhalten, z. B. bei der Darstellung der Essigsäure aus essigsaurem Bleioxyd mit Schwefelsäure, besonders aber in Kattundruckereien und Färbereien bei Darstellung essigsaurer Salze durch Zersetzung von essigsaurem Bleioxyd mittelst schwefelsaurer Salze. Es dient zur Darstellung von chemisch reinem Blei, Krystallglas, Glasuren, Chromgelb, bleisaurem und zinnsaurem Kali. Auch zur Darstellung des Email dient es statt Zinnoxyd.

Das Bleichlorid hat blos in Verbindung mit Oxyd als basisches Salz $PbCl, 7PbO$ einige Wichtigkeit. Wenn man es durch Zusammenschmelzen von 10 Th. Mennige und 1 Th. Salmiak erhält, so bildet es eine gelbe krystallinische Masse, giebt beim Zerreiben ein gelbes Pulver und heißt **Casslergelb.** Erzeugt man es aber durch Digestion von feingeriebenem Massicot mit Kochsalz und Wasser und Glühen der weißen Masse, wodurch sie gelb wird, so heißt es **Turner's Patentgelb.** Beide dienen als Malerfarbe.

Das Turner'sche Patentgelb, Cassler oder Mineralgelb ist ein ins Grünliche ziehendes Gelb, schöner zu Oel- als zu Wasserfarbe, dunkelt etwas, ist billig, aber nicht sehr haltbar.

Zinn.

Das Zinn, Sn hat eine wenig ins Gelbliche gehende, fast silberweiße Farbe, starken Metallglanz, 7,3 specif. Gew. und ist im Allgemeinen um so leichter, je reiner es ist. Seine Härte steht zwischen der des Bleies und Goldes, es läßt sich sehr leicht biegen, schaben und schneiden, ist sehr dehnbar, läßt sich daher leicht in dünne Blätter walzen, aber seine Zähigkeit, obgleich dreimal so groß als die des Bleies, gestattet auch nur dicken Draht daraus zu ziehen. Es hat in reinem Zustande einen sehr schwachen Klang. Das gegossene Zinn knirscht beim Biegen (Geschrei des Zinns), weniger das unreine, und das gewalzte oder gehämmerte, auch wenn es rein ist, nicht. Es hinterläßt beim Angreifen einen lange anhaftenden eigenthümlichen Geruch an den Händen, und im Munde einen unangenehmen Geschmack. Es erhält sich unter den unedlen Metallen am längsten unverändert an der Luft, schmilzt bei 180° R. und überzieht sich dabei mit einer dünnen grauen Haut von Oxydul, welche sich in höherer Temperatur graulich weiß zu Oxyd brennt und dann **Zinnasche** heißt. Bei starker Weißglühhitze verflüchtigt es sich wenig und verbrennt erst bei sehr hoher Temperatur mit bläulich weißer Flamme. Mit Salpetersäure verwandelt es sich schnell unter bedeutender Erhitzung und Entwicklung von salpetriger Säure in unauflösliches Oxyd. In Salzsäure und Königswasser ist es leicht, langsamer aber in Schwefelsäure löslich. Auch von mehren Salzen, wie Alaun, Salmiak, Weinstein wird es aufgelöst.

Vorkommen. Das Zinn findet sich in der Natur nur an wenigen Orten, aber nirgends gediegen; am häufigsten als Oxyd im Zinnstein, seltner als Schwefelzinn im Zinnkies.

Darstellung. Der Zinnstein, welcher in der Regel viele Beimengungen, nämlich Gebirgsarten und Erze, Verbindungen von Arsenik, Kupfer, Zink, Eisen, Wolfram mit Schwefel und Sauerstoff enthält, muß zuerst durch mechanische, dann durch chemische Mittel davon gereinigt werden. Man pocht und schlemmt die leichteren Theile der Gebirgsarten von den schweren Erztheilen ab. Das geschlemmte Erz oder den **Schlich** röstet man in einem Flammofen, der mit einer Kammer zur Aufnahme der Giftdämpfe in Verbin-

dung steht. Dadurch werden die fremden Metalle oxydirt, der Arsenik entweicht als arsenige Säure und wird in den Giftkammern aufgefangen. Das Schwefelkupfer verwandelt sich in schwefelsaures Salz, das Eisen in Eisenoxyd. Durch Waschen wird ersteres aufgelöst und letzteres als specifisch leichter von dem schwereren Schliech abgeschlemmt. Der gewaschene Schliech wird nun mit Kohle und Schlacke reducirt.

Zinnerzröstofen.

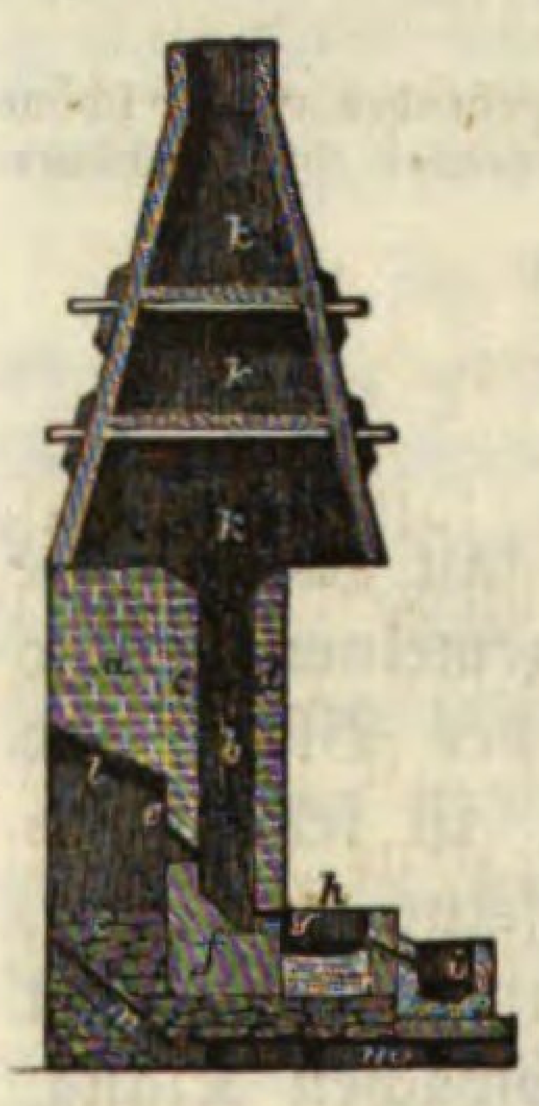
161.



a ist der Rost des Röstofens, b die Sohle des Heerdes, e eine Oeffnung im Gewölbe desselben, um den über dem Ofengewölbe in f getrockneten Schliech herabfallen zu lassen. d Rauchmantel, unter welchem die Arbeiter mit langen Krücken das auf dem Herrde ausgebreitete Erz wenden. e ist der senkrechte Durchschnitt eines langen horizontalen Canals oder des **Giftfanges**, durch welchen die nach der hinteren Seite des Ofens hin liegende Giftkammer mit dem Ofen in Verbindung steht.

Zinnerzschmelzofen.

162.



a ist der Ofenpfeiler des Schmelzofens aus Gneis; die Futtermauern des Schachtes b, nämlich die Formwand c und Stirnmauer d, wie auch die Form e und der Sohlstein f sind von Granit. Durch das Auge g fließt Zinn und Schlacke in den 4kantigen aus Granitplatten gemauerten Vorheerd h, wo sich die Schlacke vom Zinn nach oben absondert und seitwärts durch die Schlackengasse abfließt. So oft der Vorheerd mit Zinn gefüllt ist, wird er in den eisernen Kessel oder **Stichheerd** i abgelassen. k k sind Flug-Gestübekammern, l das Formgewölbe, m m eine Abzucht, die ihren Ausgang unter dem Formgewölbe hat.

Von den letzten Resten beigemengter Metalle wird das Zinn durch das **Saigern** befrrit. Man bringt es nämlich auf glühende Kohlen, welche 8 bis 10″ hoch auf einem schiefen Lehmheerde liegen. Das Zinn schmilzt, lauft durch die Kohlen und sammelt sich am tiefsten Punkte des Heerdes. Die schwerer schmelzbaren Legirungen des Zinns mit den anderen Metallen bleiben nebst etwas Zinn zurück, welches man zuletzt durch Beklopfen mit einem Hammer (Pauschen) auspreßt.

Das ostindische Zinn und namentlich das von der Insel Banca und ihm zunächst das von der Halbinsel Malacca ist das reinste. Das Bancazinn kommt in Barren, das Malaccazinn in stumpfen vierseitigen Pyramiden im Handel vor. Nach dem ostindischen Zinn kommt das englische in Blöcken oder in Brocken von krystallinischem Bruche (Block- und Kornzinn). Das deutsche Zinn, welches meistens aus Sachsen kommt, ist das unreinste und wird in ballenförmig zusammengerollten Stücken in Fässern verkauft. Besser als das sächsische ist das böhmische.

Reines Zinn hat einen sehnigen Bruch, zieht sich lang, ehe es abreißt, hat keine bläuliche, sondern eine weiße Farbe und schreit laut beim Biegen. Kupfer, Blei, Eisen und Antimon machen es bläulich, Arsenik weißer, aber auch härter.

Die Prüfung des Zinnes auf seine Reinheit ist entweder eine mechanische oder chemische Probe.

Die mechanische, auch Stein- oder Gußprobe genannt, besteht darin: Man gießt das Zinn in einer steinernen Form zu einem Zain (schmalen Streifen) und zu einer Halbkugel. An ersterem prüft man das Knirschen, an letzterer die Oberfläche, welche spiegelglatt und nicht angelaufen sein darf. Besser ist

die chemische Probe: Man löst etwas Zinn in Salzsäure auf. Der Arsenik setzt sich in braunen Flocken als Wasserstoffarsenik ab. Einen andern

Theil behandelt man mit überschüssiger warmer Salpetersäure, gießt diese von dem entstandenen Oxyd ab und verjagt den Säureüberschuß durch Abdampfen. Entsteht auf Zusatz von Wasser ein weißer Niederschlag, so ist Zinn vorhanden. Wird die abfiltrirte Flüssigkeit durch schwefelsaures Ammoniak weiß gefällt, so ist Blei da. Ueberschüssiges Ammoniak fällt Eisenoxyd und das noch aufgelöst gebliebene Wismuthoxyd. Die zurückbleibende Flüssigkeit hinterläßt beim Eintrocknen das Kupferoxyd.

Wichtigkeit. Wegen seiner schönen silberähnlichen Farbe, seiner Haltbarkeit an der Luft und weil es von Kochsalz, Pflanzensäuren und Fetten nur sehr langsam angegriffen wird, diente das Zinn früher noch weit mehr als jetzt (seit der größeren Verbreitung des Porzellans, Neusilbers und emaillirten Gußeisens) zu den verschiedenartigsten Geräthen für den häuslichen Gebrauch und zur Verzinnung von Eisen (Weißblech) und Kupfer; zur Darstellung von dünnem Zinnblech oder Stanniol (vom lateinischen Stannum) zum Einwickeln verschiedener Stoffe, um ihnen den Geruch zu erhalten (Thee, Vanille, Chocolade, Seife), oder um sie vor Vertrocknung, Luft oder Feuchtigkeit zu schützen, wie Eßwaaren, Sämereien, Zwiebeln, Pfropfreiser. Besonders aber ist der Stanniol wichtig zur Spiegelfabrikation.

Außerdem dient das Zinn noch zur Herstellung verschiedener Legirungen und Salze. Bei Löthrohrproben dient es, um Oxyde in Oxydul zu verwandeln.

Beim Verzinnen müssen die Metalle (Kupfer, Messing, Eisen) zuvor blank gebeizt werden, am besten mit verdünnter Schwefelsäure, Eisen auch mit Salzsäure, dann reibt man sie mit Sand ab, stellt die Bleche ins geschmolzene Zinn oder gießt etwas Zinn in die zu verzinnenden Gefäße und reibt sie mit Werg nach allen Seiten damit aus. Bei der Verzinnung des Eisenbleches setzt man dem Zinn zur Verhütung der Oxydation etwas Talg, bei Kupfer und Messing Colophonium und Salmiak zu, Colophonium, um die Oxydation zu verhindern. Der Salmiak bildet mit dem fest haftenden Ueberzug von Kupferoxydul, welcher beim Erhitzen entsteht, ein schmelzbares Doppelsalz, welches vom flüssigen Zinn leicht verdrängt wird. Verzinnung.

Das **Neuwieder Gesundheitsgeschirr** besteht aus Eisenblech, welches nach hinreichender Erhitzung mit geschmolzenem Zinn in Berührung gebracht, von demselben durchdrungen wird. Es gehört daher gewissermaßen zu den Legirungen.

Weil das Blei weit wohlfeiler ist und auch das Zinn dünnflüssiger macht, so versetzt man das Zinn gewöhnlich mit Blei, und da nach der allgemeinen Annahme eine Legirung, die nicht über $^1/_3$ Blei enthält, für die Gesundheit nicht nachtheiliger sei, als das Zinn für sich, so ist ein Zusatz von $^1/_3$ Blei polizeilich erlaubt. Man hat nämlich früher angenommen, das Blei verhalte sich elektronegativ zum Zinn und werde in Zinnlegirungen durch Zinn vor der Auflösung geschützt, allein es ist bekannt, daß sich Blei leichter in Essig auflöst als Zinn und nach neueren Versuchen wird nicht Blei durch Zinn, sondern Zinn durch Blei aus seinen Auflösungen in Säuren gefällt [1]) und Essig nimmt aus den Bleilegirungen des Zinns nicht blos Zinn, sondern auch (noch bei 3% Bleigehalt) Blei auf und es wird im Ganzen um so mehr Metall gelöst, je mehr die Legirung Blei enthält. Von Wasser wird eine Zinnbleilegirung noch stärker angegriffen als Blei für sich.

Kleinere Gegenstände von Eisen, Kupfer und Messing, z. B. Stecknadeln

---

1) Umgekehrt verhalten sich alkalische Auflösungen. Vgl. Zinnoxydnatron.

verzinnt man auf nassem Wege, und zwar galvanisch. Man kocht sie in einem verzinnten kupfernen Kessel mit Wasser, Weinstein und feingekörntem Zinn. In Berührung mit dem Zinn des Kessels werden die Nadeln negativelectrisch und das vom Weinstein aufgelöste Zinn schlägt sich metallisch am Messing nieder. — Oder man bringt die Nadeln mit heißem Wasser, Weinstein, etwas Zinnsalz und gekörntem Zinn in ein Faß, das sich um seine Axe dreht.

Da das geschmolzene Zinn beim Erstarren leicht ein krystallinisches Gefüge annimmt, welches beim Anätzen mit einer Säure erscheint, so hat man darauf die Darstellung des **Metallmoors** (Moiré metallique) gegründet, nämlich perlmutterartig schimmernde Zeichnungen auf Weißblech. Man erhitzt das Weißblech bis zum Schmelzen des Zinns, bringt es durch aufgesprengtes Wasser schnell wieder zum Erstarren und ätzt dann mit Königswasser an. Um durch Schwächung des Metallschimmers die Schattirung lebhafter zu machen, ätzt man es mit Salpetersäure matt, und entfernt das gebildete Zinnoxyd durch schwache Kalilösung.

Die Verbindungen des Zinns, besonders die Salze sind heftige Gifte. Das unauflösliche Oxyd dagegen bringt auch in ziemlich großer Menge (1 Quint) keine merkliche Wirkung hervor. Die Zinnverbindungen wirken wie die des Kupfers oder wie die scharfen Metallgifte überhaupt. Das beste Gegenmittel ist Milch, oder in Ermanglung derselben warmes Wasser, um das Erbrechen zu befördern. Technisch wichtig sind mehrere Legirungen, das Oxyd, Schwefelzinn, Chlorür und Chlorid.

Zinnlegirungen. Mit Blei wird das Zinn legirt, um es wohlfeiler und leichter schmelzbar zu machen. Die am häufigsten verwendete Zinn-Bleilegirung ist die mit $^1/_3$ Blei, welche für gewöhnliches unreines Zinn gilt. Sie hat viel von der Weiße des Zinns verloren und lauft schneller an der Luft an. 1 Th. Zinn und 2 Th. Blei bildet das **Schnellloth** der Klempner, 3 Th. Zinn und 1 Th. Blei die Legirung für Orgelpfeifen. Durch Zink wird das Zinn härter und klingender. Gleiche Theile von beiden bilden das **unächte Blattsilber.** Antimon macht das Zinn nicht blos härter, sondern auch weißer. Der **Pewter** oder das Britannia-Metall besteht aus 175 Th. Zinn, 21 Antimon, 6 Zink und 2 Kupfer und dient nicht blos zu Tischgeräthen, sondern das Blech, in England auch für größere Gegenstände (Gasometer, Badewannen).

Das Zinnamalgam bildet den Beleg der Spiegel. Man breitet Stannioltafeln auf einer Steinplatte aus, gießt so viel Quecksilber darauf, daß alle Stellen davon bedeckt sind, schiebt das Glas leicht darüber, um die angelaufene Oberfläche des Amalgams wegzuschieben, beschwert dann mit Gewichten und wenn das meiste Quecksilber ausgepreßt ist, stellt man die Platte schief und allmälig senkrecht, damit alles freie Quecksilber ablauft.

Das Zinnoxydul, SnO ist ein schwarzes Pulver, welches bei längerem Schmelzen des Zinns in mäßiger Hitze entsteht. Auf nassem Wege erhält man es, wenn man das durch Fällen eines Salzes mit Alkali niedergeschlagene weiße Hydrat bei Luftabschluß erhitzt. Es ist ein wichtiges Desoxydationsmittel, es wird daher dem mit Kupferoxydul rothgefärbten Glase zugesetzt, um es vor Oxydation zu schützen und in der Zinnküpe zur Reduction des Indigo benützt.

Das Zinnoxyd bildet 2 isomere Abänderungen, $aSnO_2$ und $bSnO_2$ oder das lösliche und unauflösliche Zinnoxyd. Künstlich dargestellt bilden sie beide weiße Pulver, welche sich in kohlensauren und ätzenden Alkalien auflösen. Wegen seiner Neigung mit Basen Salze zu bilden und weil es Lack-

mus röthet, heißt das Zinnoxyd auch häufig Zinnsäure, obgleich es auch mit Säuren Salze bildet.

Das unauflösliche Oxyd krystallisirt als Zinnstein in dunkelbraunen quadratischen Oktaedern. Das aZinnoxyd ist in Säuren löslich, das bZinnoxyd aber nicht. Man erhält das aZinnoxyd durch Fällen des Chlorids mit Alkalien und das bZinnoxyd durch Uebergießen des metallischen Zinns mit Salpetersäure, beide als Hydrat, das letztere aber in wasserfreiem Zustande durch Glühen des Metalls (Zinnasche). Man kann das aZinnoxyd in bZinnoxyd umwandeln, wenn man es in Salzsäure auflöst und mit Salpetersäure anhaltend kocht; bZinnoxyd wird in aZinnoxyd verwandelt durch Schmelzen mit Kali.

Wichtigkeit. Das Zinnoxyd schmilzt mit Kieselsäure zur undurchsichtigen weißen Masse oder Email zusammen, und zwar auch noch bei Gegenwart einer gewissen Menge anderer Basen, die mit Kieselsäure durchsichtige Verbindungen geben, und giebt den Gläsern die nöthige Zähigkeit, um die Ausdehnung der Metalle beim Erhitzen zu ertragen, ohne zu zerreißen. Es ist daher ein Hauptbestandtheil des **Email** (Schmelzglas), ein trübes Glas für künstliche Glasarbeiten, zur Glasmalerei, zum Ueberziehen feiner Goldarbeiten, von Kupferblech für Uhrzifferblätter und von gußeisernen Kochgefäßen und zur Glasur für Fayence, zur letzteren wird eine Zinn-Bleilegirung calcinirt, die sich leichter oxydirt und leichter flüssiges Glas liefert als Zinn für sich. Die Zinnasche dient ferner zum Poliren von Glas und andern harten Gegenständen.

Das Zinnoxydnatron oder zinnsaure Natron, $NaO,SnO_2,3HO$ krystallisirt in farblosen 6seitigen Tafeln, ist in Wasser leicht löslich, Weingeist schlägt saures Salz daraus nieder. Es zieht allmälig Kohlensäure aus der Luft an. Man erhält es, wenn man Bleiglätte in Aetzlauge auflöst und die Auflösung mit granulirtem Zinn kocht. Statt Bleiglätte dient auch schwefelsaures Bleioxyd. Das Blei wird dabei metallisch gefällt und das Zinn als Oxyd aufgelöst. Das fein zertheilte Blei wird sehr leicht durch Calciniren wieder oxydirt, oder man benützt es auf Bleiweiß, in welches es sich an der Luft, besonders unter Mitwirkung von Wärme und Feuchtigkeit und etwas salpetersaurem oder essigsaurem Bleioxyd verwandelt. Am billigsten erhält man es durch Schmelzen des natürlich vorkommenden Zinnoxyds oder Zinnsteins mit Aetznatron, Auslaugen, wobei Eisenoxyd, Kupferoxyd u. s. w. zurückbleiben, und Krystallisiren. — Das zinnsaure Natron wird in der Kattundruckerei unter dem Namen **Präparirsalz** zum Vorbereiten der Dampffarben benützt.

Das Einfachschwefelzinn, SnS ist der dunkelbraune, allmälig schwarz werdende Niederschlag, der entsteht, wenn man ein Zinnoxydulsalz mit Schwefelwasserstoff niederschlägt. Es hat keine technische Anwendung.

Das Doppelschwefelzinn oder das Musivgold SnS_2 ist, durch Fällung des Chlorids oder eines Oxydsalzes erhalten, ein bräunlichgelbes Pulver; auf trockenem Wege dargestellt durch Glühen von Zinnfeile mit Schwefel und Salmiak erscheint es in zarten, goldglänzenden Blättchen, welche zum Bronziren dienen. Der Salmiak soll durch seine Verdampfung die Temperatur mäßigen, weil das Doppelschwefelzinn bei starker Hitze Schwefel abgiebt.

Die Zinnsalze haben einen äußerst unangenehmen zusammenziehenden Geschmack, riechen nach Zinn und sind meistens farblos. Die Oxydulsalze reduciren die Oxydsalze verschiedener Metalle (Eisen, Kupfer, Quecksilber) zu Oxydulsalzen. Die wichtigsten Zinnsalze sind das Chlorür und Chlorid.

Ausmittlung des Zinns. Das Metall löst man in Salzsäure

auf. Die Salze des Oxyduls geben noch bei großer Verdünnung mit Goldchlorid einen purpurrothen Niederschlag (Goldpurpur). Die Oxydsalze werden von Schwefelwasserstoff bräunlichgelb gefällt. Vor dem Löthrohr auf Kohle werden die Verbindungen des Zinns durch Soda leicht reducirt zu einem unter dem Hammer leicht abplattbaren weißen Metallkorn.

Das Zinnchlorür oder Zinnsalz, $SnCl, HO$ bildet farblose rhombische Säulen, ist in Wasser leicht löslich, wird aber durch viel Wasser getrübt, indem sich basisches Salz abscheidet und saures gelöst bleibt; durch Zusatz von Salzsäure verschwindet die Trübung. Die Lösung zieht schnell Sauerstoff aus der Luft an, indem Oxyd und Chlorid entsteht. Man erhält es durch Auflösen von überschüssigem Zinn in Salzsäure. In der Färberei und Kattundruckerei dient es als Reductions- und Beizmittel und zur Bereitung des Goldpurpurs.

Das Zinnchlorid in wasserfreiem Zustande findet keine Anwendung, das wasserhaltige $SnCl_2, 2HO$ bildet farblose Krystalle, die an der Luft zerfließen. Man erhält es durch Auflösen von Zinn in Königswasser oder durch Erwärmen des Zinnsalzes mit Salpetersäure. Es dient in der Färberei besonders zur Erhöhung rother Farben, so z. B. bei Türkischroth und mit H_4N, Cl als Scharlachcomposition.

Das Ammoniumzinnchlorid oder Pinksalz, $H_4NCl, SnCl_2$ krystallisirt wasserfrei in Oktaedern und löst sich in 3 Th. Wasser. Die concentrirte Lösung bleibt beim Sieden unverändert, die verdünnte scheidet Oxydhydrat dabei ab. Es ist die beste Beize zur Erhöhung der Farben, namentlich Roth, daher der Name Pinksalz vom englischen pink durchstechen, Hervorstechen der Farbe.

Da es die meisten Farbstoffe löst, so bildet es damit sehr leicht Tafeldruckfarben. Während die gewöhnlichen Tafeldruckfarben durch das bei der Zersetzung der essigsauren Thonerde zurückbleibende basische Salz der bedruckten Stelle ein staubiges Ansehen ertheilen, schwächt das aus dem Pinksalz in der Faser zurückbleibende Zinnoxyd den Glanz derselben nicht. Ferner wird die Leinwand durch das Pinksalz für alle Farben empfänglich. Da keine Säure ausgeschieden wird, so schonen die Pinksalzfarben ebenfalls die Haltbarkeit der Faser. Der Salmiak wird durch Waschen entfernt. Der einzige Nachtheil besteht in dem höheren Preise dieser Farben, weil die Pinksalzlösung concentrirt sein muß, nicht blos zum Lösen der Farbe, sondern selbst zur Verdünnung, wenn die Färbung zu dunkel wird.

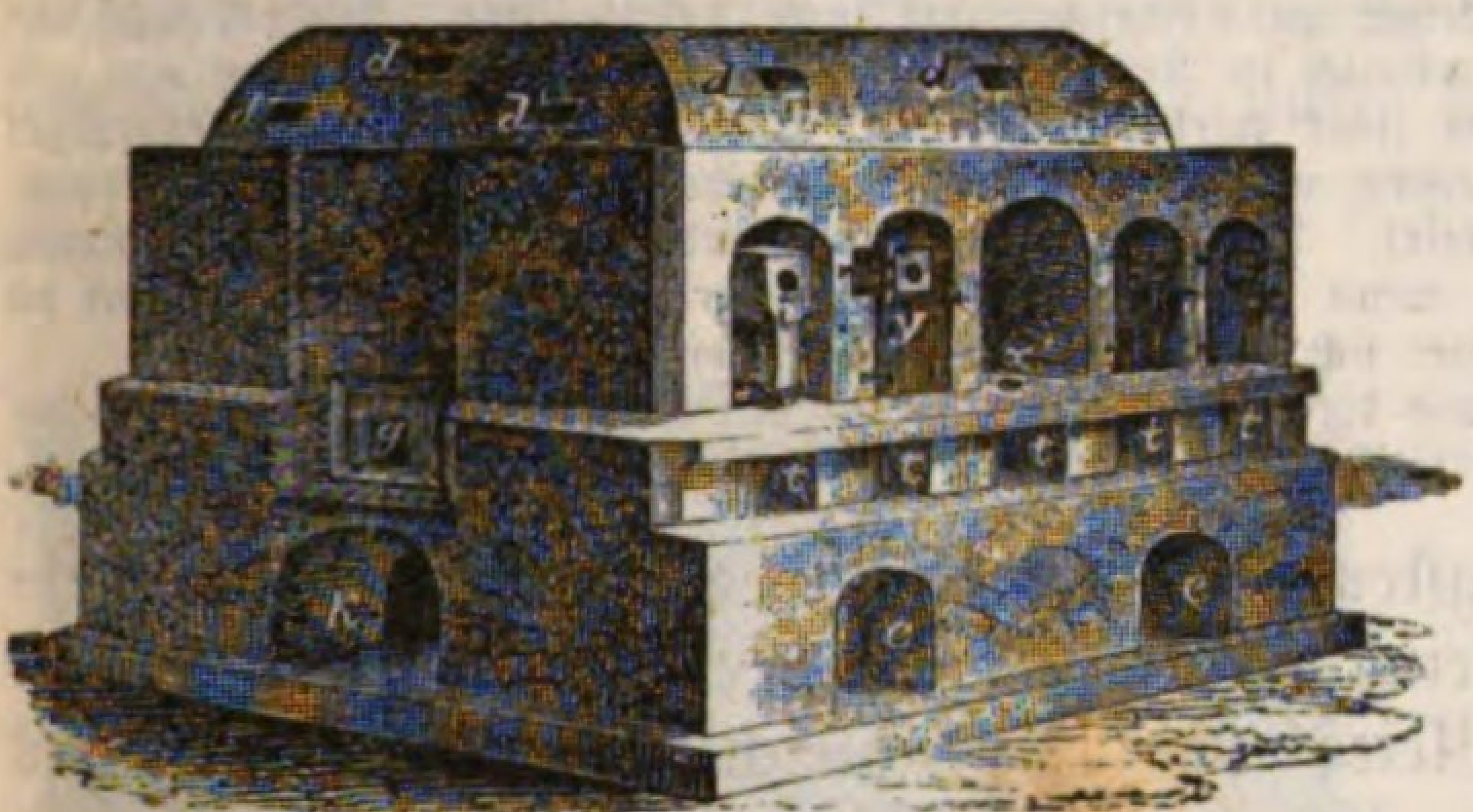
Zink.

Das Zink, Zn hat eine bläulich weiße Farbe, starken Metallglanz und ein strahlig blättriges Gefüge, gegossen 6,8, gehämmert 7,2 specif. Gew. Es ist mäßig hart, zerbricht leicht beim Biegen mit Geräusch, aber trotz dieser Sprödigkeit bleibt es in Feilen und Meiseln sitzen. Zwischen 80° und 120° R. ist es so dehnbar, daß es sich hämmern, walzen und zu Draht ziehen läßt, aber bei 164° wird es noch spröder als in der Kälte, so daß man es zu Pulver stoßen kann. Es schmilzt bei 320° R., verflüchtigt sich in der Weißglühhitze und verbrennt dabei an der Luft mit blendender bläulichweißer Flamme zu einem dicken Rauch von Oxyd. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es in reiner und trockener Luft, wie unter luftfreiem Wasser unverändert, in der gewöhnlichen Wasser und Kohlenstoff enthaltenden Luft wird es anfangs grau von Suboxyd und dann weiß von basisch kohlensaurem Oxydhydrat. Es löst sich in verdünnten Säuren um so schneller, je unreiner es ist.

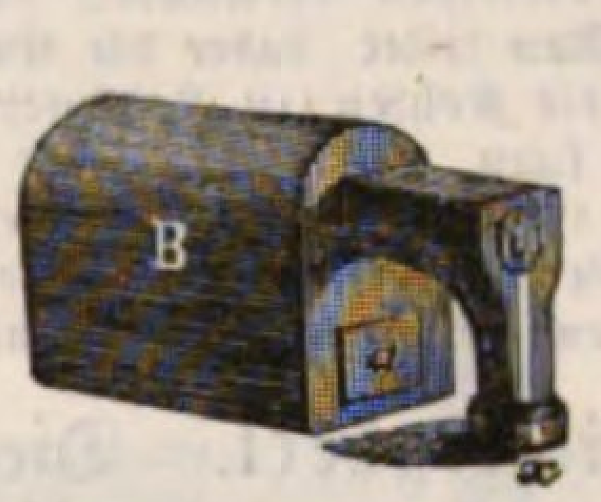
Vorkommen. Es findet sich als kohlensaures Oxyd im Galmei, als kieselsaures im Kieselzinkerz, am häufigsten aber als Schwefelzink in der Zinkblende.

Darstellung. Man gewinnt es gewöhnlich aus Galmei, indem man denselben in einem Calcinirofen (S. 89 Fig. 101) röstet, um ihn von Wasser und Kohlensäure zu befreien, dadurch das Volum zu mindern und die Masse mürbe zu machen. Dann wird er mit Kohle gewöhnlich aus thönernen Retorten destillirt und die Destillation wiederholt, aber das Zink enthält dennoch stets etwas Blei und häufig auch Kupfer und Kohlentheile, seltener Arsenik.

163.



164.



Schlesischer Zinkofen.

Der schlesische Zinkofen (Fig. 163) ist ein Doppelofen, jeder mit 10 muffelförmigen [1]) Retorten (Fig. 164), 5 auf jeder Seite. Zwischen beiden Reihen in der Mitte des Ofens ist der Feuerraum mit einem Roste und dem Schürloche g. Die Flamme der Steinkohle entweicht, nachdem sie die Muffeln umspielt hat, durch die Oeffnungen der Decke d d'. k ist die Rösche, welche zugleich als Aschenfall und Luftzuführungscanal dient und von 2 anderen e e durchschnitten wird. Jedes Muffelgewölbe wird durch eine große eiserne Thüre y verschlossen. Die Muffeln werden nach Oeffnung der kleinen Thüre y mit einer Schaufel durch die Oeffnung i gefüllt. Der Rückstand wird bei a herausgenommen und beide Oeffnungen während der Destillation geschlossen. Die Zinkdämpfe entweichen durch den Hals und Kopf i der Vorlage, und der senkrechte Fortsatz derselben x paßt auf ein Loch des Ofens x', durch welches das flüssige Zink in den Raum t t herabtröpfelt. Es ist mit Zinkoxyd und Eisenstaub verunreinigt und heißt **Tropfzink.** Durch Umschmelzen gereinigt, heißt es **Kaufzink**. In England erhält man das Zink durch absteigende Destillation.

165.



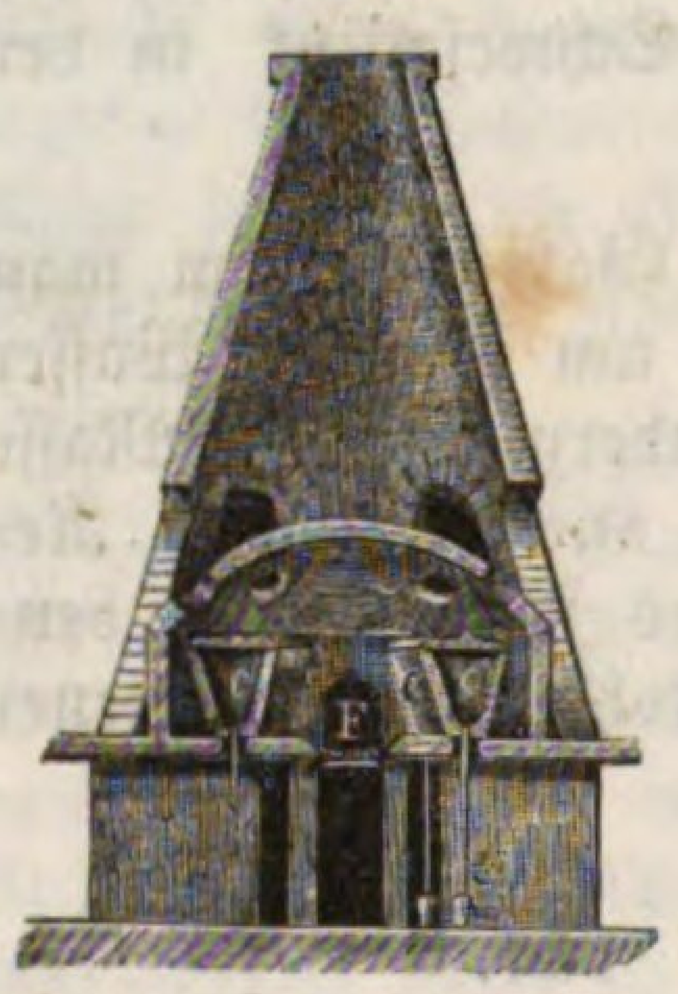
Absteigende Destillation des Zinks.

Im Kleinen bedient man sich derselben gleichfalls, um aus reinem Zinkoxyd reines Zink zu erhalten. Man befestigt in dem Boden eines Tigels luftdicht ein thönernes Rohr t, welches durch den Tiegeluntersatz b und den Rost des Ofens geht, und verschließt den Tiegel luftdicht mit einem Deckel e. Die Zinkdämpfe werden im unteren Ende von t tropfbarflüssig und das Zink fließt in eine Schale voll Wasser l herab.

---

1) Muffel s. S. 187.

166.



Englischer Zinkofen.

Der englische Zinkofen hat Aehnlichkeit mit einem Glasofen. Man heizt vom Heerde F aus die mit gerösteter Blende und Kohle gefüllten Tiegel C, welche durch eiserne Röhren t t in eisenblecherne Recipienten u ausmünden. t t sind oben mit hölzernen Zapfen verstopft, welche verkohlen. Die Kohle läßt die Zinkdämpfe durch ihre Poren, und hält das Erz zurück.

Die Blende wird geröstet, das erhaltene basisch schwefelsaure Salz wird mit schwefelsaurem Kalk zu Ziegeln geformt und gebrannt. Es entsteht Kalkhydrat und Zinkoxyd, welches man mit Kohle reducirt. Die Blende wird jedoch nur selten auf Zink benützt, weil das Verfahren weitläufig und kostspielig ist.

Reduction des Zinks in Schachtöfen.

Man hat auch angefangen, das Zink in Schachtöfen zu reduciren, indem man Erz, Flußmittel und Brennmaterial in einem mit heißer Luft gespeisten Hohofen und zwar beide ersteren von einer und das Brennmaterial von der andern Seite einträgt. Das Erz wird reducirt und die Kohle verbrennt zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure. Letztere muß aber so viel als möglich in Kohlenoxydgas verwandelt werden, denn eine größere Menge derselben verwandelt das reducirte Zink wieder in Oxyd, indem sie selbst in Kohlenoxydgas übergeht. Man leitet daher die Gase durch einen mit Kohlen gefüllten Nebenschacht, wo sich die Kohlensäure durch die Kohlen zu Kohlenoxydgas reducirt. Dieses reducirt das wieder oxydirte Zink von Neuem und dasselbe kann sich nicht wieder oxydiren, wenn das Kohlenoxyd in hinreichendem Ueberschuß über die Kohlensäure ist. Das reducirte Metall verdichtet sich in einem röhrenförmigen Condensator.

Diese Darstellungsweise bildet nicht, wie die Destillation, einen unterbrochenen, sondern einen ununterbrochenen Betrieb, arbeitet schneller und erzielt eine vollständige Reduction.

Wichtigkeit. Die wichtigsten Eigenschaften des Zinks für die technische Benützung sind besonders seine Haltbarkeit an der Luft, sein niedriger Preis, der noch unter dem des Bleies steht und gleich nach dem des Eisens kommt; seine Walzbarkeit, Härte, Electropositivität und die Vorzüge seiner Kupferlegirungen. Man verarbeitet es daher besonders als Blech zu Dächern, Badewannen, Wasserröhren und Rinnen, zum Beschlagen der Schiffe, zur Zinkdruckerei, zu Statüen und architektonischen Zierrathen [1]), zu galvanischen Batterien, zum galvanischen Schutze des Schiffbeschlages von Kupfer- oder Eisenblech, zur Entwicklung von Wasserstoff, zur Darstellung des Messings, Tombaks und anderer Legirungen.

Verzinkung des Eisens.

Das **Verzinken** des Eisens geschieht auf ähnliche Weise wie das Verzinnen. Da sich aber das Eisen mit dem Zink sehr leicht legirt und darin aufgelöst wird, während es in geschmolzenem Zinn selbst bei sehr hoher Temperatur unverändert bleibt, so werden die gußeisernen Schmelzkessel beim Verzinken bald angegriffen und zerstört. Man füllt daher die Kessel zu $^2/_3$ mit Blei und dann erst mit Zink, da sich beide wenig legiren und daher das Zink stets auf dem Blei schwimmt. Der obere Theil des Kessels wird mit Thon bestrichen. Die blanken Eisenbleche werden vor dem Eintauchen in Zink in eine Auflösung von Chlorzink und Salmiak eingetaucht.

Das Eisenblech erhält durch die Verzinkung nicht blos einen Ueberzug wie das verzinnte und verbleite Blech, sondern auch einen galvanischen Schutz und heißt daher auch **galvanisirtes** Eisenblech, d. h. das Zink ist elektropositiv gegen das Eisen und oxydirt sich daher in Berührung mit Eisen leichter, das Eisen aber um so schwerer, während Zinn und Blei elektronegativ gegen Eisen sind, so daß sich sowohl verzinntes, als verbleites Eisen von entblößten Stellen aus viel schneller oxydirt als Eisen für sich. Das verzinnte Blech ist indessen geschmeidiger und brauchbarer für Speisen und Getränke, welche durch Zink leicht vergiftet werden. Das verzinkte Blech eignet sich dagegen für Gegenstände, die dem Wasser und Wetter ausgesetzt werden, sowie für alle Spenglerwaaren, die nicht für Nahrungsmittel bestimmt sind. Es zeigt in Salzwasser mehr als die dreifache Dauer des Schwarzbleches. Das Zink deckt das Eisen weit vollkommner als Zinn, indem jede Verzinnung mikroskopisch kleine unverzinnte Punkte zeigt.

Verbindungen. Die Verbindungen des Zinks gehören gleichfalls zu den scharfen Metallgiften und ihre Giftigkeit nimmt mit der Löslichkeit zu. Das unlösliche Oxyd wirkt daher erst in sehr großer Menge nachtheilig. Schädlicher ist das Einathmen des Staubes. Weit giftiger sind die auflöslichen Salze wie der Vitriol und ganz besonders das zerfließliche Chlorzink. Das wirksamste Mittel für letztere ist Seifenwasser. Wegen seiner leichten

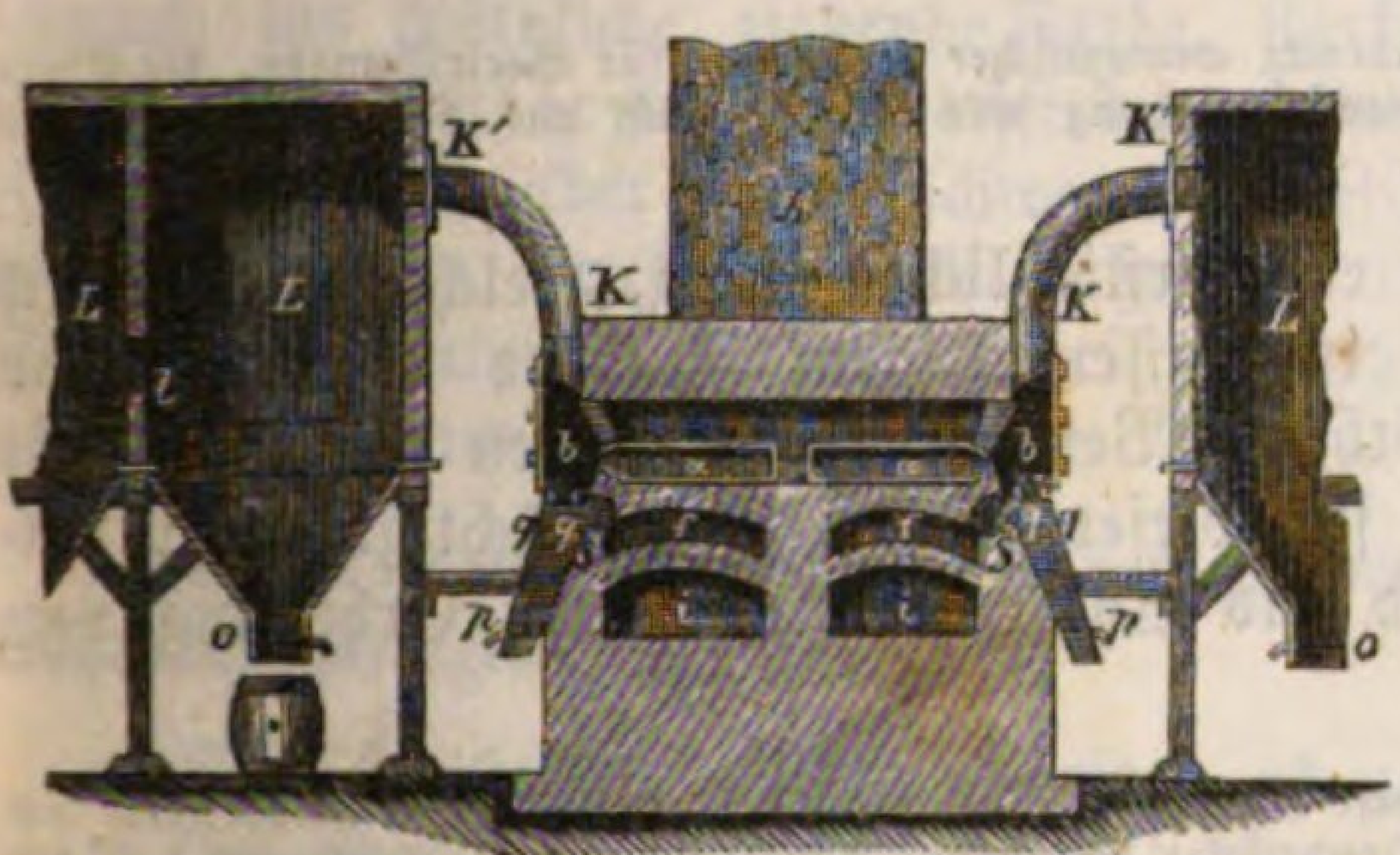
---

1) Außer der Haltbarkeit gegen Witterungseinflüsse zeichnen sie sich durch Reinheit und Schärfe aus und kommen 10mal billiger als Bronze.

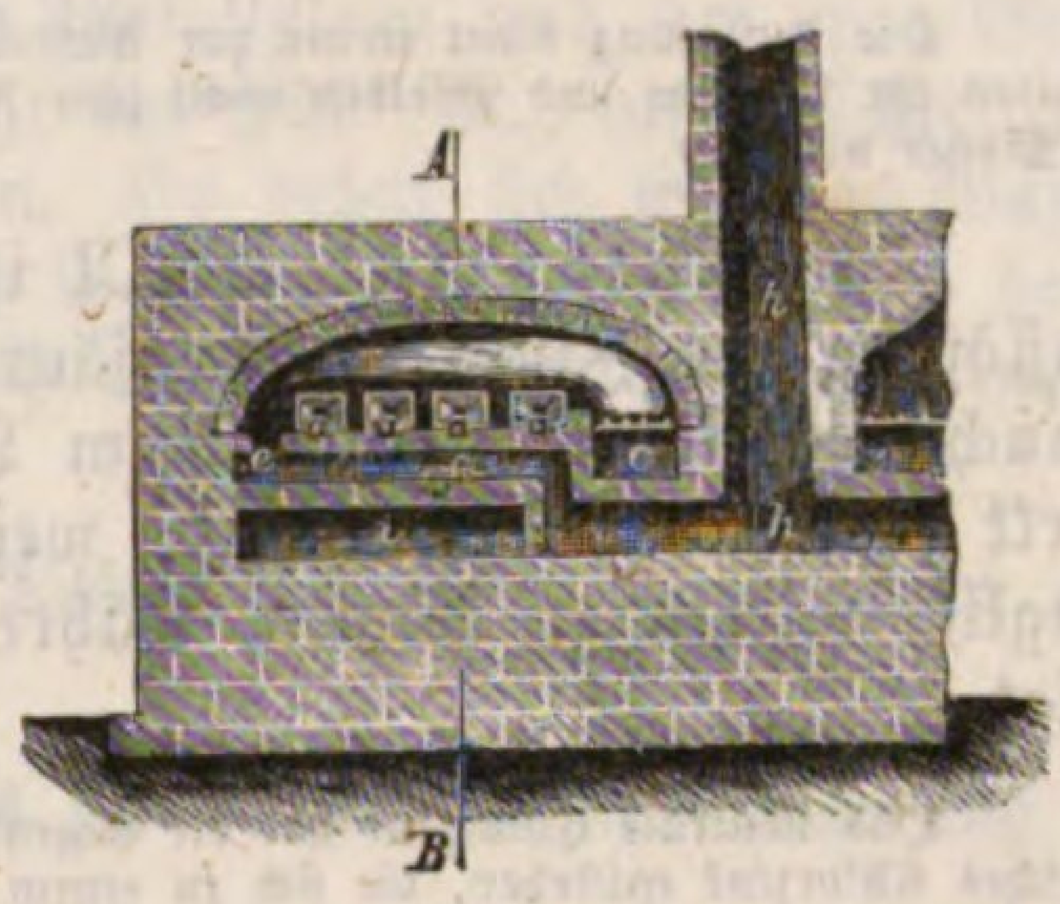
Auflöslichkeit in den schwächsten Säuren darf das Zink durchaus nicht zu Gefäßen für Speisen und Getränke benützt werden. Außer den **Legirungen**, welche schon abgehandelt wurden, sind technisch wichtig das Oxyd, der Vitriol und das Chlorzink.

Das **Zinkoxyd**, ZnO ist ein weißes, lockeres Pulver ohne Geruch und Geschmack, wird durch Erhitzen vorübergehend gelb, beim Erkalten aber wieder weiß, ist sehr schwer schmelzbar; mit Wasser bildet es ein Hydrat ZnO, HO, welches gleichfalls ein weißes Pulver ist. Das Zinkoxyd findet sich in der Natur selten. Man erhält es durch Verbrennen des Metalls oder durch Glühen des kohlensauren Salzes. Im Großen erhitzt man in Retorten entweder Zink für sich, Zinkspath oder Galmei mit Kohle; oder Blende mit Braunstein, Kalk oder Rotheisenstein. Die entweichenden Zinkdämpfe verbrennen an der Mündung durch einen zugeleiteten Luftstrom oder das Zinkoxyd sammelt sich in Kammern, deren Wände aus feinem Metall- oder Baumwollengewebe bestehen, um die Luft, abèr kein Oxyd durchzulassen.

167.



168.



Die Retorten aus Glashafenmasse a a a a werden vom Heerde c aus zum Weißglühen erhitzt. Die Flamme streicht von c über und zwischen die zwei Retortenreihen durch, durch 6 Canäle e in den Canal f f und von da durch g durch die Esse in den Hauptcamin h. Im Canal f geht aber ein Theil der Luft durch 4 Seitenöffnungen in 4 Canäle, wovon je einer unter jeder Retorte der Länge nach hinzieht und unter deren Mündung ausmündet, so daß die Luft vor der Mündung vorüberströmt, den Zinkdampf oxydirt und, das gebildete Zinkoxyd mit sich fortreißend, durch die Röhren k k' in die Kammern L L L gelangt, wo er das Oxyd größtentheils absetzt. Den letzten Rest des Oxyds hält ein Drahtgitter in der letzten Kammer zurück, durch welches der Luftstrom ab und nach dem Camin h zurückzieht. — Die der Oxydation entgangenen Zinktheile werden in den Behältern q q q q gesammelt und von Zeit zu Zeit durch Oeffnung der Schieber p p p p herausgenommen.

Man braucht das Zinkoxyd in der Medicin, zur Verdünnung der Farben in der Porzellanmalerei und als Bleiweißsurrogat unter dem Namen **Zinkweiß** oder **Chinesischweiß.** Es deckt zwar nicht so gut wie Bleiweiß, allein der Staub ist nicht so schädlich, wie der in den Bleiweißfabriken und es wird nicht, wie das Bleiweiß, von Schwefelwasserstoff oder durch Mischung mit Schmefelmetallen, wie Zinnober geschwärzt. Das kohlensaure Oxydhydrat deckt noch weit weniger.

Man deckt gewöhnlich zuerst mit Bleiweiß und nimmt nur zu den letzten Anstrichen Zinkweiß.

Das Zinkweiß dient ferner zum Poliren des Glases, es wirkt schneller als Zinnasche und färbt das Glas nicht bräunlich wie das Eisenoxyd, welches sich in die Poren einreibt.

· Die **Zinksalze** sind farblos, von herbem und eckelhaftem Geschmack.

Ausmittlung des Zinks. Das Metall, die Oxyde und unauflöslichen Salze sind leicht in Säuren löslich. Mit Schwefelammonium bilden die löslichen Salze einen Niederschlag, der sich von dem aller übrigen Schwermetallsalze durch seine weiße Farbe und von dem der Thonerde durch seine Unauflöslichkeit in Kali unterscheidet. Vor dem Löthrohr verbrennt das Me-

tall mit bläulichweißer Flamme, die Salze geben einen citronengelben Beschlag, der beim Erkalten weiß und mit Kobaltlösung geglüht grün wird.

Das schwefelsaure Zinkoxyd, Zinkvitriol, weißer Vitriol oder Gallizenstein, ZnO, SO_3, 7HO krystallisirt in geraden rhombischen Säulen und löst sich in $2^1/_2$ Th. Wasser. Das käufliche Salz erscheint in hutzuckerähnlichen krystallinischen Massen und enthält Eisen, Kupfer, Nickel und Kobalt. Es kommt selten natürlich vor. Man erhält es durch Rösten der Blende, laugt aus, dampft ab zur Krystallisation, schmilzt die Krystalle in ihrem eigenen Krystallwasser und rührt um bis zum Erkalten. Reiner erhält man das schwefelsaure Zinkoxyd durch Auflösen des Zinks in verdünnter Schwefelsäure, häufig als Nebenproduct wie bei der Wasserstoffentwicklung, z. B. von Telegraphenbatterieen. Man gebraucht den Zinkvitriol als Arzneimittel, zu Firnissen, in der Kattundruckerei, zur Darstellung des Zinkoxyds und des Zink-Chromgelbs. In Finnland dient er als Zusatz zum Häuseranstrich (aus Colophonium, Thran, Roggenmehl und Wasser) gegen die Würmer, auch als Samenbeize (wie Kupfervitriol) gegen Brand, Würmer und Vögel.

Die Auflösung dient ferner zur Aufbewahrung anatomischer Präparate für Secirübungen, die Theile behalten ihr Ansehen und erleiden nicht jene Zusammenziehung wie im Weingeist und die Flüssigkeit greift die Messer nicht an.

Das Chlorzink, ZnCl ist ein zerfließliches Salz, welches man durch Auflösung des Zinks in Salzsäure in wasserhaltigem Zustand erhält. Man braucht es am häufigsten beim Löthen, Verzinnen, Verbleien u. s. w. Es wirkt kräftiger als Salmiak, weil sich dieser zu schnell verflüchtigt, um hinlänglich wirken zu können, während das Chlorzink eine starke Erhitzung verträgt.

Proceß bei der Anwendung des Chlorzinks zum Verzinnen.

Das neutrale Chlorzink hat die Eigenschaft Kupfer aufzulösen, wahrscheinlich indem Chlorkupfer und basisches Chlorzink entstehen, die sich zu einem Doppelsalze verbinden, worin das basische Chlorzink den elektropositiven und das Chlorkupfer den elektronegativen Bestandtheil bildet. Das Chlorzink löst daher um so weniger Kupfer auf, je mehr es freie Salzsäure enthält, weil es mit dieser einen stärkeren Gegensatz bildet, als mit Chlorkupfer. Noch kräftiger als Chlorzink wirkt Chlorzinkammonium. Das Zink tritt dem Kupfer ebenfalls das Chlor ab, überläßt aber dann das gebildete Chlorkupfer der stärkeren Basis Chlorammonium. Das Silber wird bei der Schwerauflöslichkeit des Chlorsilbers von Chlorzink nicht gelöst, es ist daher auch anwendbar zur Trennung von Kupfer und Silber oder um die Oberfläche des kupferlegirten Silbers weiß zu machen.

Gesättigte Chlorzinklösung kocht erst bei 240° R., man braucht sie daher in der Chemie zu Bädern und zum Vulcanisiren des Kautschuks. Mit starker Leimauflösung gemischt, giebt sie einen Vogelleim, der nicht austrocknet und sich leicht durch Wasser abwaschen läßt. Auch zur Vertilgung der Wanzen wird es benützt und zum Conserviren des Holzes. Das basische Chlorzink, welches durch Vermischen von Chlorzink mit Zinkoxyd oder Zinkweiß entsteht, bildet einen harten, glänzenden Anstrich für Holz, Wände und Wassergefäße, welcher von unverwüstlicher Dauer, halb so theuer als Oel und geruchlos ist und sehr schnell trocknet. Es entsteht auch, wenn auf einen Anstrich von Zinkweiß mit Leimwasser, ein anderer von Chlorzink folgt, welches ebenfalls mit Leimwasser versetzt ist.

Cadmium.

Das **Cadmium**, Cd ist zinnweiß, dicht, geschmeidig und dehnbar, von 8,7 sp. Gew., schmilzt vor dem Rothglühen und läßt sich destilliren. Es ist luftbeständig, oxydirt sich aber beim Erhitzen, löst sich in stärkeren Säuren unter Wasserstoffentwicklung in der Kälte langsam, aber schneller beim Erhitzen.

Es kommt in den schlesischen Zinkerzen vor. Die zuerst übergehenden Zinkdämpfe enthalten am meisten Cadmium und da anfangs immer ein Theil Zink verbrennt, so reducirt man das entstandene Zinkoxyd. Durch wiederholte Destillation desselben erhält man das Cadmium immer freier von Zink, löst dasselbe in Schwefelsäure und fällt es durch Schwefelwasserstoff; das Zink bleibt gelöst. Das Schwefelcadmium wird durch concentrirte Salzsäure zersetzt, durch kohlensaures Ammoniak gefällt und mit Kohle reducirt.

Von seinen Verbindungen sind nur einige Legirungen, das Schwefel- und Jodcadmium wichtig. Es bildet meist spröde Legirungen, z. B. mit Gold, Platin und Kupfer. Die Legirung von 2 Th. Silber und 1 Th. Cadmium ist aber vollkommen hämmerbar und dabei sehr hart und zähe, wird aber durch mehr Cad-

mium spröde. Gleiche Theile Quecksilber und Cadmium bilden ein sehr plastisches und hämmerbares Amalgam, welches durch mehr Quecksilber spröder wird. Silberkupfer- und Silbergoldlegirungen werden durch Cadmium sehr dehnbar für Draht und letztere nehmen eine grüne Farbe davon an.

Woods Legirung aus 2 Th. Cadmium, 2 Th. Zinn, 4 Th. Blei und 8 Th. Wismuth schmilzt leichter (53° R.) als d'Arcet's Wismuth-Legirung (73° R.).

Das Schwefelcadmium, CdS wird durch Schwefelwasserstoff aus einem auflöslichen Salze gefällt, es dient als Cadmiumgelb in der Malerei. Es ist ein feuriges Orange, das dem Chromgelb an Feuer nicht nachsteht. Es deckt ziemlich gut, ist fast lasirend und hält sich unverändert mit Bleiweiß, Neapelgelb, Zinnober u. s. w., aber nicht mit Kupferfarben. Es dunkelt von allen gelben Farben am wenigsten nach. In der Kattundruckerei und Seidenfärberei ist es wegen des hohen Preises nicht anwendbar.

Das Jodcadmium, CdI, welches man durch Behandeln von Cadmiumfeilspähnen mit Jod und Wasser erhält, krystallisirt in farblosen Tafeln von starkem Perlmutterglanz, ist in Wasser und Weingeist leicht löslich und wird in großer Menge in der Photographie gebraucht, weil es schneller wirkt als Jodammonium.

Auch Bromcadmium wird zuweilen statt Bromammonium in der Photographie benützt.

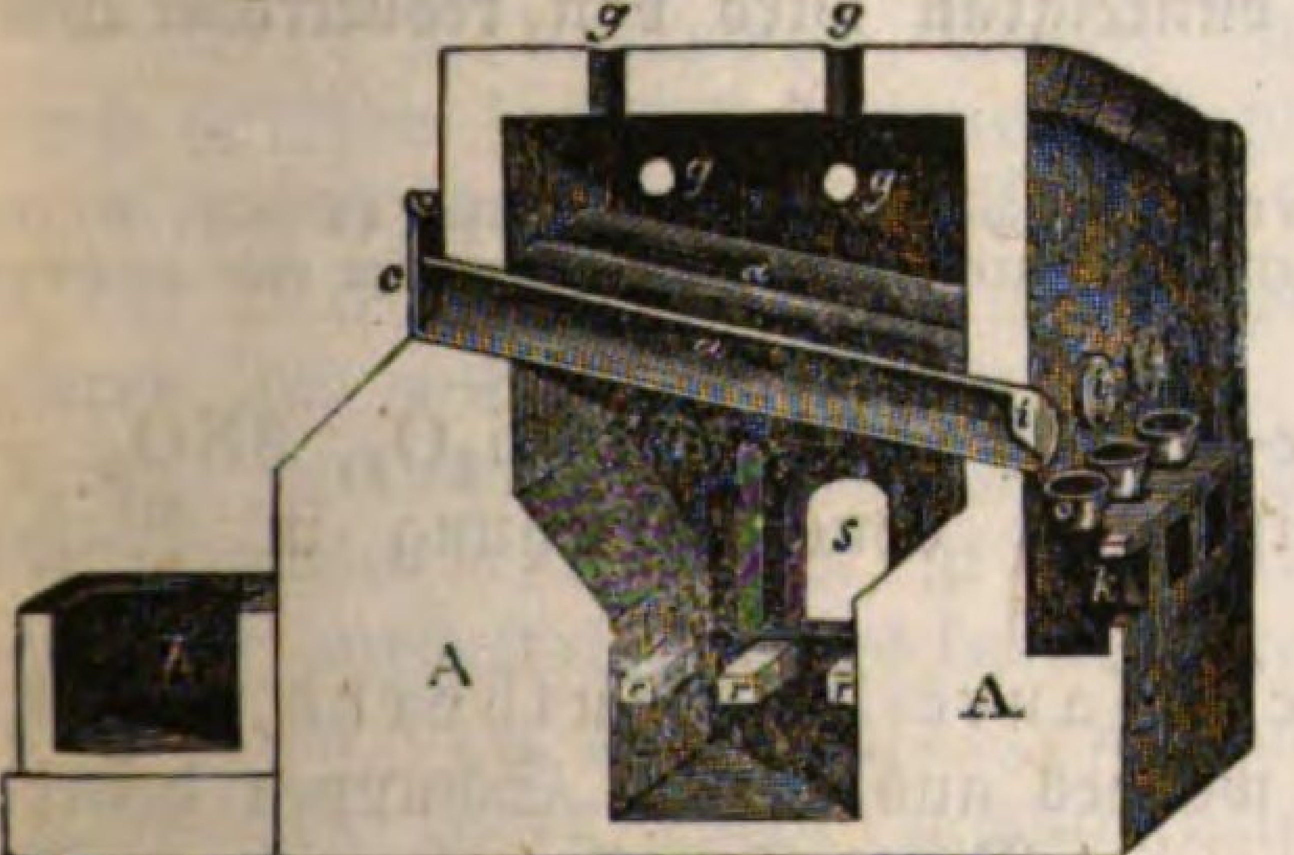
Wismuth.

Das Wismuth, Bi krystallisirt in Rhomboedern, oder es erscheint als krystallinische Masse von großblättrigem Gefüge, hat eine fast silberweiße, schwach ins Röthliche ziehende Farbe, starken Metallglanz und 9,8 spec. Gew. Es ist sehr spröde und pulverisirbar, schmilzt bei 197° R., also leichter als Zink und Blei, aber etwas schwerer als Zinn. Es dehnt sich wie das Wasser beim Erstarren stark aus und zersprengt die Gefäße. An der Luft und beim Schmelzen überzieht es sich mit einer röthlich braunen Schichte von Suboxyd und löst sich nur in Salpetersäure.

Vorkommen. Es findet sich in der Natur nicht sehr häufig, aber gewöhnlich gediegen.

Darstellung. Man scheidet es aus den Erzen durch Saigerung in schief liegenden eisernen Röhren (a) ab.

169.



Wismuthsaigerofen.

Das Holz wird durch die einander gegenüber liegenden Thüren S auf den Rost r geworfen. g g sind die Zuglöcher für die heiße Luft. Das Erz wird bei c eingefüllt. Das Wismuth fließt durch die Oeffnung i ab in die eisernen Schalen o, welche in 4kantigen Löchern k stehen, in denen glühende Kohlen liegen, damit das Wismuth flüssig bleibt, um es in die Formen schöpfen zu können. Wenn das ausgesaigerte Erz mit einer Krücke bei l ausgezogen wird, so fällt es in einen Kasten h mit Wasser.

Wichtigkeit. Das Wismuth wird hauptsächlich benützt wegen der Leichtschmelzbarkeit seiner Legirungen, und zur Darstellung eines Arzneimittels.

Verbindungen des Wismuths. Besonders die auflöslichen sind scharfe Gifte. Man wendet Milch und schleimige Getränke dagegen an. Technisch wichtig ist nur das basisch salpetersaure Oxyd.

Legirungen. Die Legirung des Wismuths mit Zinn und Blei zeichnet sich besonders durch Leichtschmelzbarkeit aus. Rose's Metall besteht aus 2 Th. Wismuth, 1 Zinn, 1 Blei und schmilzt bei 79° R., also in kochendem Wasser.

Durch Vermehrung des Wismuths wird die Legirung noch etwas leichter, durch Verminderung desselben aber schwerer schmelzbar. Eben so schmilzt sie auch leichter, wenn man bei demselben Verhältnisse

von Wismuth, das Zinn verringert und Blei vermehrt, z. B. Darcet's Legirung: 5 Th. Wismuth, 2 Zinn, 3 Blei schmilzt bei 73° R. Durch Zusatz von etwas (1/16) Quecksilber schmilzt sie noch leichter. Vgl. auch Cadmium S. 175.

Man benützt solche Legirungen zu Abgüssen, so wie zum **Clichiren** oder **Abklatschen** 1) nicht blos von metallenen Stempeln, sondern auch von hölzernen Formen, weil sie bei der niedrigen Temperatur dieser Schmelzpunkte nicht leiden. Man hat sie auch zum Verschlusse der Dampfkesselventile versucht, sie haben sich jedoch hiefür nicht bewährt, weil ihr Schmelzpunkt durch die anhaltende Einwirkung der Wärme und des Druckes allmälig steigt. Außerdem dienen diese Legirungen zum Anlassen des Stahls und als Schnellloth.

Das Wismuthoxyd, Bi_2O_3 ist ein strohgelbes Pulver, welches beim Erhitzen schmilzt und beim Erkalten zur krystallinischen Masse erstarrt; es bildet mit Wasser ein weißes Hydrat. Man erhält das Wismuthoxyd durch Glühen des basisch salpetersauren Salzes.

Die Wismuthsalze sind farblos und werden von Wasser in ein saures auflösliches und ein basisches unauflösliches Salz zersetzt. Zu ihrer Auflösung in Wasser ist daher der Zusatz einer gewissen Menge Säure nöthig und zwar um so mehr, je mehr Wasser vorhanden ist.

Ausmittlung des Wismuths. Die Auflösungen seiner Neutralsalze werden von reinem Wasser wie die Salze des Antimons weiß getrübt, unterscheiden sich aber von diesen, daß sie von Schwefelwasserstoff schwarz, diese dagegen pomeranzengelb gefällt werden. Die Zinn- und Quecksilbersalze werden zwar auch von Wasser getrübt, aber die Trübung ist weit schwächer und wird mehr Wasser dazu erfordert; ferner zeigen beide specifische Reactionen, welche das Wismuth nicht zeigt. — Vor dem Löthrohr geben die Wismuthverbindungen wie die des Bleis auf der Kohle einen gelbbraunen Beschlag, der beim Erkalten hellgelb wird, unterscheiden sich aber vom Blei, daß sie kein graues, geschmeidiges, sondern ein weißes sprödes Metallkorn geben; mit Phosphorsalz bilden sie ein gelbbraunes, nach dem Erkalten farbloses Glas, welches in der inneren Flamme dunkelgrau wird von reducirtem Wismuth.

Es dient zur Erzeugung des Wismuthlüsters oder mit andern Metallsalzen (Platin, Silber, Gold, Uran, Eisen ꝛc.) zum Perlmutterlüster auf Porzellan, wodurch der Glanz der farblosen oder gefärbten Perlmutter mit oder ohne Regenbogenfarben entsteht.

Das neutrale salpetersaure Wismuthoxyd, $Bi_2O_3, 3NO_5 + 10HO$ bildet 4seitige Prismen und ist nicht ohne Zersetzung in Wasser löslich.

Das zweifach basisch salpetersaure Wismuthoxyd, $Bi_2O_3, NO_5 + 2HO$ ist ein weißes Pulver, welches aus kleinen Schuppen besteht. Man erhält es, wenn man die Auflösung des Neutralsalzes mit etwa 24 Th. Wasser versetzt. Es dient als Flußmittel bei der Vergoldung des Porzellans und in der Medicin. Früher wurde es unter dem Namen **Wismuth-** oder **Spanischweiß** häufig als weiße Schminke benützt. Das auf ähnliche Art bereitete basische Chlorwismuth wurde gleichfalls unter dem Namen **Spanischweiß** oder **Perlweiß** als Schminke und Malerfarbe gebraucht. Es ist noch blendender weiß als Bleiweiß und deckt ausgezeichnet, dient daher für weißes und hellfarbiges Siegellack.

---

1) Man läßt das Metall so weit erstarren, bis es teigig ist und drückt dann die Gegenstände darin ab.

Kobalt.

Das Kobalt, Co hat eine grauweiße Farbe, die zwischen der des Stahls und Platins steht, starken Glanz, ist hart und etwas spröde, hat einen feinkörnigen Bruch, 8,6 spec. Gew., ist magnetisch, schwerer schmelzbar als Roheisen, leichter als Stabeisen, wird weder von Luft, noch Wasser angegriffen, aber beim Rothglühen oxydirt es sich langsam und verbrennt bei sehr hoher Temperatur mit rother Flamme. Von verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure wird es langsam, aber von Salpetersäure leicht aufgelöst.

Vorkommen. Das Kobalt findet sich in der Natur vorzüglich als Arsenikkobalt im Speiskobalt und als Schwefelarsenikkobalt im Glanzkobalt.

Darstellung. Man erhält das Metall nur rein durch Glühen von sauerkleesaurem Oxydul: $2CoO, C_4O_6 = 2Co + 4CO_2$.

Wichtigkeit. Es ist nur bemerkenswerth als der Bestandtheil wichtiger Verbindungen, da es als Metall einen hohen Preis und keine brauchbaren Eigenschaften hat.

Verbindungen. Die Sauerstoffverbindungen des Kobalts sind das Oxydul, CoO und das Oxyd Co_2O_3. Nur an den Salzen hat man beobachtet, daß sie der Gesundheit schädlich sind, und auch diese bewirken in kleineren Mengen blos Brechen, in größeren dagegen (z. B. ½ Quint bei Hunden) den Tod. Die Mittel sind dieselben wie bei den meisten scharfen Metallgiften. Manche Kobaltverbindungen, wie die Smalte sind wegen ihres Arsenikgehaltes giftig. Auch könnte eine Verwechslung des Kobalts mit dem Fliegenkobalt oder Arsenikmetall schädliche Folgen haben.

Das Kobaltoxydul, CoO ist ein aschgraues Pulver. Der blaue Niederschlag, welchen Alkalien mit den auflöslichen Kobaltoxydulsalzen bilden, ist ein basisches Salz, das an der Luft allmälig grünlichbraun (CoO, Co_2O_3, HO), durch Kochen aber violettes Oxydulhydrat wird. Es hat für sich keine technische Anwendung.

Das Kobaltoxyd, Co_2O_3 ist ein braunschwarzes Pulver, welches durch Glühen des salpetersauren Oxyduls oder durch Einwirkung von Chlor auf Oxydulhydrat entsteht. Es löst sich in der Kälte in Säuren auf, aber in der Wärme entwickelt es wie Hyperoxyde Sauerstoff mit den Sauerstoffsäuren und mit der Salzsäure Chlor. Es wurde daher auch früher als Hyperoxyd betrachtet und das Oxydul Oxyd genannt. Das schwarze Kobaltoxyd des Handels besteht zum größten Theil aus reinem Oxyd und wird wahrscheinlich durch Erhitzen des kohlensauren Oxyduls an der Luft erhalten.

Von den Kobaltsalzen sind blos die des Oxyduls wichtig. Die auflöslichen haben einen zusammenziehend salzigen Geschmack und sind in wasserhaltigem Zustande karmesin-, die unauflöslichen gewöhnlich rosenroth, die wasserfreien blau oder violett.

Ausmittlung des Kobalts. Kobaltauflösungen werden von kohlensaurem Alkali rosenroth gefärbt, Aetzalkalien geben einen blauen Niederschlag, der an der Luft grünlichbraun wird. Vor dem Löthrohr geben die Kobaltverbindungen mit Borax ein dunkel- bis schwarzblaues Glas.

Das kohlensaure Kobaltoxydul ist nur als basisches Salz bekannt. Durch Fällung der auflöslichen Salze mit kohlensaurem Alkali erhält man ein rosenrothes Pulver, welches aus einfachbasischem Salz $2(2CoO, CO_2)$ 7HO besteht. Kocht man dasselbe mit überschüssigem kohlensaurem Alkali und wäscht mit kochendem Wasser aus, so erhält man dreifach basisches Salz $4CoO, CO_2, 4HO$, ein blaues Pulver, welches beim Trocknen violett wird

und unter dem falschen Namen **Kobaltoxyd** (Chaux metallique) in der Porzellanmalerei gebraucht wird.

Das salpetersaure Kobaltoxydul, CoO, NO_5 ist ein an der Luft zerfließliches Salz. Um es zu erhalten, löst man gerösteten Speiskobalt in Salpetersäure und setzt so lange kohlensaures Kali zu, bis durch vollkommene Fällung des braun färbenden Eisenoxyds die Flüssigkeit eine rein rothe Farbe erhält, filtrirt letzteres ab, fällt zuletzt das Kobaltoxydul und löst es wieder in Salpetersäure auf. Es dient als Löthrohrreagens auf Thonerde, Magnesia und Zinkoxyd, welche sie beim Glühen blau, fleischfarben und grün färbt, so wie zur Darstellung der übrigen Kobaltverbindungen.

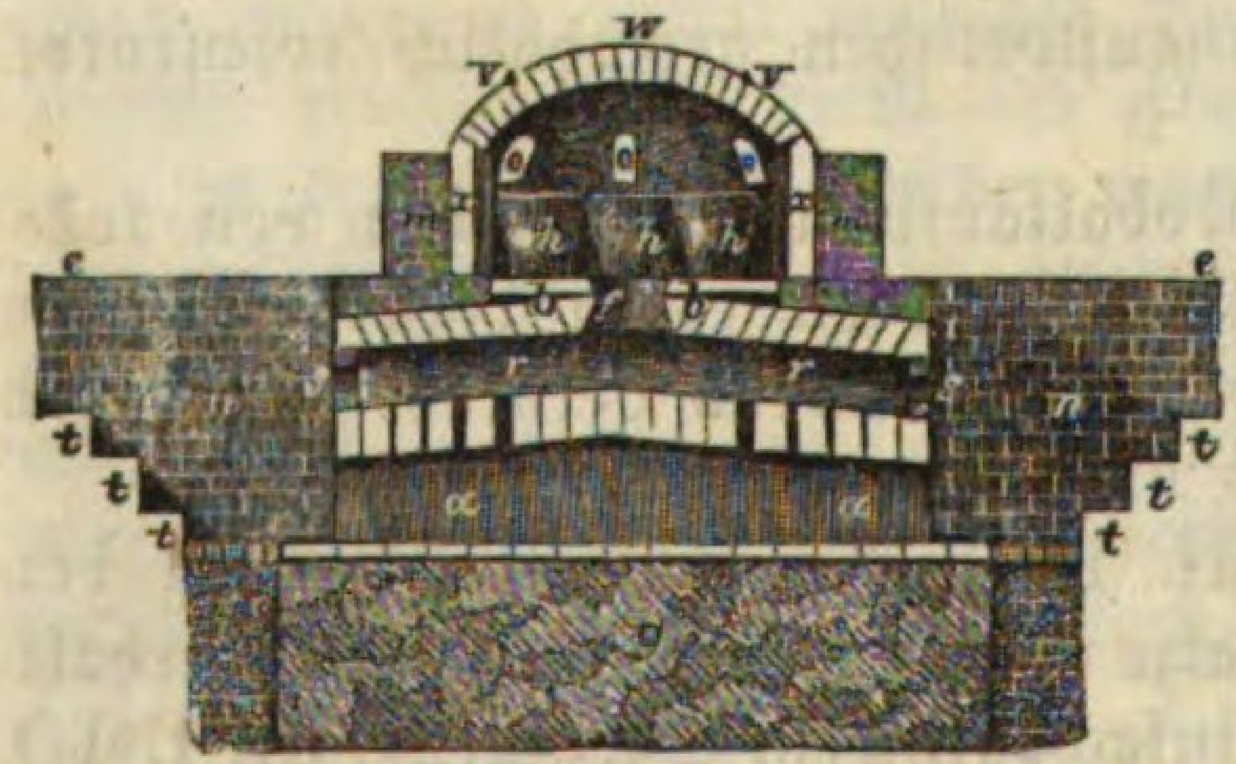
Das phosphorsaure Kobaltoxydul, 2CoO, PO_5 ist ein violettes Pulver, welches durch Erhitzen blau wird. Fällt man es zugleich mit 2—3 Th. Thonerde und glüht den Niederschlag, so erhält man gleichfalls ein blaues Pulver, welches unter dem Namen **Kobaltblau** oder **Thenard's Blau** eine der wichtigsten Farben ist für die Oel- und Wassermalerei. Es ist frei von jedem Stich ins Violette und geht mit ächtem Ultramarin verglichen, eher ins Grünliche, ist übrigens fast so feurig wie dieser, wird weder vom Lichte, noch von Säuren, Alkalien oder Schwefelwasserstoff angegriffen, lasirt aber wenig. Bei Kerzenlicht erscheint er jedoch sehr stark violett.

Smalte. Mit den Silicaten schmilzt das Kobaltoxydul zu blauen Gläsern zusammen. Ein durch Kobaltoxydul gefärbtes und fein gemahlenes Natronglas heißt Smalte. Sie bildet ein blaues, in Wasser und Säuren unlösliches, in starker Glühhitze schmelzbares Pulver. Zur Darstellung der Smalte röstet man das Kobalterz, wobei Schwefel und Arsenik als schweflige Säure und arsenige Säure entweichen und Kobalt als Oxydul zurückbleibt. Man darf jedoch nicht zu lange rösten, damit sich das beigemengte Nickel und andere Metalle nicht oxydiren, wodurch die Farbe verschlechtert wird. Das geröstete Erz heißt **Safflor** und wenn es noch mit Quarzsand versetzt wurde, **Zaffer.** Zur Bereitung der Smalte wird es in passendem Verhältnisse mit Quarzsand, Pottasche und etwas arseniger Säure (letztere zur Oxydation des Eisenoxyduls) zusammengeschmolzen. Man schöpft die Glasgalle ab und schöpft das Glas in Wasser, um durch die erfolgende Zerklüftung das Mahlen zu erleichtern. Am Boden der Schmelzhäfen bleibt eine Arsenik-Nickellegirung (Ni_3As_2) **Kobaltspeise** oder **Speise** zurück. Man schlemmt nachher. Das kobaltreichere, dunklere Glas (**Farbe**) ist schwerer und sitzt schon zu Boden, wenn das kobaltärmere blassere (**Eschel**) noch schwimmt. Die Smalte ist unentbehrlich für blaue Gläser und Glasuren. Man benützt sie auch zum Bläuen der Wäsche und als Oel- und Wasserfarbe. Sie ist jedoch für die letzteren Benützungen fast ganz durch den Ultramarin verdrängt worden.

Die Smalte ist ein tiefes glänzendes Blau, noch stärker ins Violette ziehend, als künstlicher Ultramarin, nicht lasirend und vollkommen beständig.

Norwegischer Blaufarbenofen.

170.



g ist das Fundament eines Blaufarbenofens. Der Aschenfall a a und die 2 schräg ansteigenden, aus feuerfesten Thonsteinen gebildeten Roste r r sind unter der Hüttensohle (unter dem Erdboden) e e. Die Flamme zieht durchs Flammenloch f, zwischen die 6 großen Schmelztiegel (**Häfen**) durch, wovon man hier 3 sieht) h h h, welche auf der Sohle des Heerdes (**Bank**) b b stehen und entweicht durch die 6 Arbeitsöffnungen o o o. Das kuppelförmige Gewölbe w besteht aus feuerfesten Steinen, ist von einem eisernen Ringe v umgeben und ruht auf der feuerfesten Ringmauer m m aus gewöhnlichen Ziegelsteinen verstärkt ist. Bei m x, m x sind 2 große Oeffnungen zum Herausnehmen schadhafter Tiegel und werden beim Schmelzprocesse wie die Arbeitsöffnungen, um die Hitze zusammenzuhalten, durch vorgesetzte Thonplatten theilweise geschlossen. Die Stufen t t t führen von der Hüttensohle zu den zwischen den Mauern n n befindlichen Schürlöchern und dem Aschenfall.

Die Smalte erscheint wie alle blaue Kobaltfarben bei Kerzenlicht violett, nur das zinnsaure Kobaltoxyd nicht, es bildet mit Zinnoxyd und Gyps eine unter dem Namen **Coeruleum** bekannte Malerfarbe.

Nickel.

Das Nickel, Ni hat eine silberweiße Farbe, einen starken Glanz und 9 specif. Gew., es ist hart, geschmeidig in der Wärme und Kälte, läßt sich zu Draht ziehen und zu Blech walzen, ist magnetisch und noch schwerer schmelzbar als Kobalt. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es in trockner und feuchter Luft unverändert, beim Glühen lauft es bunt an. Von Salpetersäure wird es mit smaragdgrüner Farbe gelöst und von Kali als apfelgrünes Oxydhydrat, NiO, HO daraus gefällt.

Es findet sich nicht häufig in der Natur: als Arsenicknickel, NiAs (nach seiner rothen Farbe auch Kupfernickel genannt), noch seltener mit Schwefel als Haarkies, NiS; das die Kobalterze begleitende Nickel findet sich in der Kobaltspeise.

Darstellung. Die Nickelerze oder die Kobaltspeise werden gepocht, durch Rösten von Arsenik befreit und mit Mehlkleister zum Brei angemacht, aus dem man kleine Würfel formt. Man trocknet dieselben und erhitzt sie zwischen Kohlenpulver in Graphittiegeln längere Zeit zum Weißglühen. Das reducirte Nickel backt zu einer porösen Masse zusammen, welche unter dem Namen **Nickelschwamm** in würfelförmigen Stücken in den Handel kommt.

Wichtigkeit. Das Nickel wird hauptsächlich zu Neusilber verwendet. Es bildet nämlich mit Kupfer eine silberähnliche Legirung, die um so weißer ist, je mehr sie Nickel enthält und durch einen Zusatz von Zink eine große Luftbeständigkeit erhält. In America, in der Schweiz und in Belgien werden Münzen aus einer Legirung von Nickel und Kupfer geprägt.

Das Neusilber oder Argentan besteht aus 3 Th. Kupfer, 1 Th. Nickel und 1 Th. Zink. Es ist silberweiß, von 8,5 spec. Gewicht, härter als Silber und Messing, aber sehr dehnbar und geschmeidig, nimmt eine schöne Politur an und ist wohlklingend. Es verhält sich gegen Säuren fast ganz wie das gewöhnliche kupferhaltige Silber, es dient daher zu Speise- und andern Geräthen, die dem Silber täuschend ähnlich sind. Um es davon zu unterscheiden, bringt man einen Tropfen Salpetersäure darauf (auf dem Probirstein, vgl. Feingehalt des Silbers), dann etwas Salzsäure, welche beim Neusilber nicht, wohl aber beim Silber eine weiße Trübung giebt.

Das Nickeloxydul, NiO dient bisweilen als Löthrohrreagens auf Kali.

Die Nickeloxydulsalze sind von süßlichem, hintennach metallischem Geschmack, die auflöslichen von smaragdgrüner, die unlöslichen von blaßgrüner Farbe, haben aber keine technische Wichtigkeit.

Ausmittlung. Das Nickel wird durch Ammoniak aus neutralen Lösungen blaßgrün gefällt und der Niederschlag löst sich im Ueberschuß des Fällungsmittels mit violetter Farbe. Das Nickel giebt mit Borax vor dem Löthrohr ein dunkelgelbes oder braunes Glas, das beim Erkalten verblaßt und auf Zusatz von kohlensaurem oder salpetersaurem Kali dunkel violett wird.

Uran.

Vom Uran, U ist blos das Oxydul und Oxyd technisch wichtig. Das schwarze Oxydul, UO bildet mit dem ziegelrothen U_2O_3 eine grüne Verbindung, das

Oxyduloxyd, UO, U_2O_3, ein dunkelgrünes Pulver, welches sich nur schwierig in Säuren löst. Es ist feuerbeständig und die constanteste Uranverbindung, es entsteht durch Erhitzen des Metalls, Oxyduls und Oxyds und

bildet das am meisten vorkommende Uranerz, Pechblende oder Uranpecherz genannt, worin es mit Blei, Eisen, Arsenik und andern Metallen verunreinigt vorkommt. Man pocht und röstet die Pechblende, zieht mit Königswasser Uranchlorid aus und zersetzt die Auflösung durch Soda, wodurch Uranoxyd-Natron entsteht, welches sich auflöst, aber beim Abdampfen größtentheils gefällt wird. Da man jedoch diesem das Uranoxyd-Ammoniak im Handel vorzieht, weil es reicher an Uran ist, so wird ersteres durch Zersetzung mit Chlorammonium oder schwefelsaurem Ammoniak in Uranoxyd-Ammoniak verwandelt.

Das Uran dient als Oxydul als schwarze Porzellanfarbe, in größter Menge aber als Oxyd zur Herstellung eines gelblichgrünen Glases.

Ausmittlung. Das Uran wird wie das Kupfer von Kaliumeisencyanür rothbraun gefällt, unterscheidet sich aber von diesem, daß der Uranniederschlag durch Kali gelb, der Kupferniederschlag aber blau wird, indem beide Oxydhydrat bilden. Vor dem Löthrohr geben die Uranverbindungen in der äußeren Flamme ein gelbes und in der inneren Flamme ein schmutziggrünes Glas ähnlich dem Eisen, aber für sich geglüht Uranoxyduloxyd, welches nicht wie das Eisenoxyduloxyd magnetisch ist.

Mangan.

Das Mangan, Mn ist ein nur schwierig frei herzustellendes Metall, welches an der Luft sehr bald wieder zu Oxyd zerfällt. Es findet daher als solches auch keine Anwendung, wohl aber seine Verbindungen.

Vorkommen. Es kommt niemals frei in der Natur vor, und gewöhnlich in oxydirtem Zustande [1]), und ist, jedoch nur in kleiner Menge ein steter Begleiter des Eisens.

Verbindungen. In ihrer Einwirkung auf den Thierkörper oder in ihrer Giftigkeit und medicinischen Wirkung verhalten sich die Verbindungen des Mangans ganz ähnlich wie die des Eisens. Von den Sauerstoffverbindungen: Oxydul MnO, Oxyd Mn_2O_3, Hyperoxyd MnO_2, Mangansäure MnO_3 und Uebermangansäure Mn_2O_7 ist das Hyperoxyd am wichtigsten. Von den Salzen findet blos das Oxydulsulphat MnO, SO_3 und das Chlorür $MnCl$ technische Benützung.

Das Manganhyperoxyd, MnO_2 als Mineral unter den Namen Braunstein, Pyrolusit, Weichmanganerz bekannt, ist in natürlichem Zustande stahlgrau, metallglänzend, krystallisirt in geraden rhombischen Säulen, bildet aber gewöhnlich blos krystallinische Massen von strahligem Gefüge, zerrieben giebt es ein grauschwarzes, künstlich dargestellt ein sammtschwarzes Pulver, leitet wie ein Metall die Elektricität und wirkt stark elektronegativ. Durch Glühen verwandelt es sich unter Entwicklung von Sauerstoff in Oxyduloxyd. Mit Salzsäure oder mit Chlornatrium und Schwefelsäure entwickelt es Chlor. Es dient daher zur Darstellung des Sauerstoffes und besonders des Chlors. Wegen der Sauerstoffentwicklung benützt man es als Zusatz zu den Zündhölzern, zur Darstellung der schwefligen Säure und Ameisensäure, zur

---

1) Als Pyrolusit oder Hyperoxyd, Wad oder Hyperoxydoxydulhydrat, Psilomelan dasselbe mit Kali oder Natron, Braunit oder Oxyd, Manganit oder Oxydhydrat, Hausmannit oder Oxydoxydul, Manganspath oder kohlensaures Oxydul; mit Schwefel als Manganglanz oder Manganblende.

Reinigung des Holzessigs und zur Entfärbung des Glases; es oxydirt das Eisenoxydul zu Oxyd, den Kohlenstoff zu Kohlenoxyd und wird dadurch zu Manganoxydul reducirt, welches mit dem Glase eine farblose Verbindung bildet. Wird aber mehr Hyperoxyd zugesetzt als zu dieser Oxydation nöthig ist, so färbt es als Oxyd das Glas violett bis schwarz. Der Braunstein dient daher auch zu violetten und schwarzen Gläsern und zu dunkelbraunen Glasuren, woher sein Name.

Der Braunstein kommt von verschiedener Reinheit vor und muß daher beim Einkaufe geprüft werden. Eine der leichter ausführbaren Braunsteinproben ist folgende: Man setzt zu einem Gemenge von 100 Th. Br. und 144 krystallisirter Sauerkleesäure (C_4O_6) 500 Th. Wasser und dann 150 Th. Schwefelsäure. Es entsteht heftiges Aufbrausen, indem die Kleesäure als Kohlensäure entweicht. Nach 24 Stunden wird das Ganze gewogen. Der Gewichtverlust zeigt den Gehalt des Br. an reinem Hyperoxyd, weil das MG des Manganhyperoxyds ungefähr gleich ist dem Gewichte der Kohlensäure, welche aus der Kleesäure entsteht.

Das Manganoxyd, Mn_2O_3 ist ein schwarzes, das Hydrat, Mn_2O_3, HO ein dunkel holzbraunes Pulver. Man erhält ersteres durch Glühen des salpetersauren Oxyduls, letzteres durch Oxydation des durch Fällung der Oxydulsalze erhaltenen Oxydulhydrats an der Luft. Das Oxydhydrat dient unter dem Namen **Manganbister** als Oel- und Wasserfarbe, die in Oel sehr gut trocknet, und in der Kattundruckerei.

Die Säuren des Mangan. Wenn man Hyperoxyd mit Kali oder Natron glüht, so entsteht mangansaures Kali oder Natron. Beide geben mit Wasser eine grüne Lösung, die bald violett und dann roth wird durch Bildung von Uebermangansäure und Absatz von Hyperoxyd, nämlich $3MnO_3 = Mn_2O_7 + MnO_2$, und endlich farblos, indem sich alles Mangan als Hyperoxyd absetzt. Das mangansaure Kali heißt wegen dieses Farbenwechsels **mineralisches Chamäleon.**

Das übermangansaure Kali, KO, Mn_2O_7 krystallisirt in dunkelkarmesinrothen, goldgrünglänzenden Prismen, löst sich in 16 Theilen Wasser auf und ist ein kräftiges Oxydationsmittel, welches sich durch die Schnelligkeit seiner Wirkung auszeichnet, dabei nicht so giftig ist wie andere Schwermetallsalze und keinen Geruch hinterläßt wie Chlor. Eine sehr kleine Menge macht fauliges Wasser augenblicklich geruchlos, es dient zum Waschen und Ausspritzen übelriechender Wunden, zum Waschen der Hände nach Sectionen, zur Reinigung oder Desinfection der Luft in Krankenzimmern, indem man die Auflösung in flachen Gefäßen aufstellt, wo es den Vorzug vor Chlor hat, daß es nicht selbst einen Geruch entwickelt, zur Darstellung eines von organischen Stoffen vollkommen freien destillirten Wassers, indem man vor der Destillation etwas von dem Salze zusetzt, zur Entfuselung des Branntweins, zum Bleichen der Fette u. s. w. Wegen seines starken Färbungsvermögens ist es eines der wichtigsten Reagentien für die Maas- oder Titriranalyse. Setzt man z. B. die rothe Auflösung allmälig zu einer Auflösung von Eisenvitriol, so wird letzterer oxydirt, erstere aber desoxydirt und entfärbt. Ist aber die ganze Menge des Eisenoxydulsalzes zu Oxydsalz oxydirt, so zeigt dies ein Tropfen der Auflösung durch eine deutliche rothe Färbung sogleich an.

Das mangansaure Kali KO, MnO_3, welches als dunkel smaragdgrünes Pulver im Handel vorkommt, leistet in vielen Fällen dasselbe wie das übermangansaure und ist bedeutend billiger.

Mangansalze mit Mangan als Basis. Nur die Manganoxydulsalze sind wichtig, die des Oxyds sind wenig bekannt. Erstere sind farblos oder blaßroth und haben einen zusammenziehend bittern Geschmack.

Das schwefelsaure Manganoxydul, MnO, SO_3, 4HO krystallisirt in farblosen oder rosenrothen, schiefen rhombischen Säulen von zusammenziehend bitterem Geschmack, welche oberflächlich verwittern, es löst sich in 2 Th. kaltem Wasser und bleibt mit schwefelsaurem Natron gemengt als Rückstand bei der Chlorbereitung aus Chlornatrium. Man braucht es in der Kattundruckerei. Alkalien fällen nämlich daraus weißes Oxydulhydrat, welches an der Luft sehr bald in dunkelbraunes Oxydhydrat übergeht.

Das Manganchlorür, MnCl, 6HO ist zerfließlich an der Luft, hat aber sonst dieselben Eigenschaften wie das schwefelsaure Oxydul, wird erhalten durch Auflösung des Hyperoxyds in Salzsäure und wird wie das schwefelsaure Oxydul gebraucht.

Ausmittlung. Die Oxyde des Mangans und seine übrigen in Wasser unlöslichen Verbindungen lösen sich leicht beim Erwärmen mit Säuren als Mangansalze. Diese geben mit ätzenden Alkalien einen weißen, schnell braun werdenden Niederschlag. Von Schwefelammonium werden sie fleischroth gefällt. Mit Soda auf Platinblech vor dem Löthrohr geschmolzen geben die Manganverbindungen eine noch heiß smaragdgrüne, nach dem Erkalten grünlichblaue Masse. Boraxglas färben sie in der äußeren Flamme violett bis schwarz; in der inneren wird das Glas vollkommen farblos.

Spiesglanz oder Antimon.

Das Antimon, Sb ist in reinem Zustande silberweiß, von starkem Glanz und bildet spitze Rhomboeder, gewöhnlich krystallinische Massen von feinblättrigem oder körnigem Gefüge, das käufliche ist zinnweiß und großblättrig. Es ist sehr spröde und von 6,7 spec. Gew., schmilzt bei 345, also etwas schwerer als Zink, aber weit leichter als Silber. Es kocht erst beim Weißglühen, verdampft aber an der Luft schon bei Rothglühhitze als Oxyd. In der Kälte wird es von der Luft nicht verändert. Bei gewöhnlicher Temperatur wird es von Salpetersäure wie das Zinn oxydirt, aber nicht aufgelöst, wohl aber von Königswasser. Concentrirte Schwefelsäure verwandelt es beim Erhitzen unter Entwicklung von schwefliger Säure in schwefelsaures Oxyd.

Vorkommen. Es findet sich in der Natur höchst selten gediegen, meistens an Schwefel gebunden als Grauspiesglanzerz.

Darstellung. Man erhält das Antimon aus dem Grauspiesglanzerz entweder durch die **Niederschlagsarbeit:** Man schmilzt es mit Eisen oder Eisenoxyd, schwefelsaurem Natron und Kohle in einem Flammofen (ähnlich Fig. 101 S. 89) zusammen. Es entsteht Schwefeleisen, welches durch das entstehende Schwefelnatrium leichter und leichtflüssiger wird, so daß sich das Antimon vollkommen absetzt; oder durch die **Röstarbeit:** Man röstet das Grauspiesglanzerz in einem Flammofen und reducirt das erhaltene antimonsaure Antimonoxyd mit Kohle und Soda in Tiegeln zu Metall. Allein das so erhaltene käufliche Antimon ist noch verunreinigt mit Schwefel, Arsenik, Eisen, Kupfer, bisweilen auch Blei. Man schmilzt es daher mit Schwefelantimon und dann mit Soda, wodurch die fremden Metalle geschwefelt und mit Schwefelnatrium als Schlacke abgesondert werden. Nach der ersten Methode enthält es viel Eisen und die das Antimon begleitenden Metalle, nach der zweiten ist es reiner, aber nicht vollkommen rein.

Wichtigkeit. Das Antimon bildet einige technisch benützte Legirungen, sowie mehrere Oxyde und Schwefelverbindungen, die besonders medicinisch wichtig sind, namentlich als brechenerregende und schweißtreibende Mittel.

Verbindungen. Die Antimonverbindungen gehören zu den scharfen Giften, die besonders heftiges Erbrechen und Durchfall bewirken. Dies thun selbst die unlöslichen Oxyde. Ziemlich unschädlich sind das antimonsaure Antimonoxyd und die Schwefelverbindungen. Am heftigsten wirkt das Chlorür, es bewirkt schon eine Zerstörung im Mund und Schlund. Man erleichtert das Brechen durch warmes Wasser. — Technisch wichtig sind einige Legirungen, besonders das Buchstabenmetall und der Pewter, wovon schon beim Blei und Zinn (S. 160 u. 168) die Rede war; das Oxyd, die Antimonsäure, das Anderthalb- und Dritthalbschwefelantimon, der Brechweinstein, welcher aber erst bei den weinsteinsauren Salzen abgehandelt wird, und das Chlorür.

Legirungen. Das Antimon giebt den übrigen Metallen größere Härte und Weiße.

Das Antimonoxyd, SbO_3 ist ein weißes, wasserfreies Pulver, welches durch Sublimation erhalten wird, und bisweilen natürlich als Weißspiesglanzerz krystallisirt erscheint. Bei Luftabschluß ist es ohne Veränderung schmelzbar, bei Luftzutritt sublimirt es und hinterläßt einen Rückstand von antimonsaurem Antimonoxyd. Es bildet sowohl mit Säuren als Basen Salze. Ihre Lösungen werden mit Ausnahme der weinsteinsauren und essigsauren Salze von Wasser zersetzt und daher getrübt. Man erhält es durch Verbrennen des Metalls, durch Zusammenschmelzen von geröstetem Schwefelantimon (= SbO_3, SbO_5) mit etwas ungeröstetem Schwefelantimon oder durch Oxydation des Antimons durch Salpetersäure. Es ist wichtig als Bestandtheil des Brechweinsteins.

Die Antimonsäure, SbO_5 ist in wasserfreiem Zustand ein blaßgelbes, unauflösliches, geschmackloses Pulver. in wasserhaltigem Zustand als SbO_5, HO ist es vollkommen weiß, und bildet mit Alkalien auflösliche Salze. Durch Glühen wird es in antimonsaures Antimonoxyd verwandelt. Löst man Antimon in überschüssigem Königswasser, trocknet ein und erhitzt nicht ganz zum Glühen, so erhält man Antimonsäure, und wenn man die Auflösung mit wenig Wasser versetzt, so fällt die wasserhaltige Säure nieder. Sie wird in der Medicin benützt und als gelbe Farbe in der Glas- und Porzellanmalerei.

Das antimonsaure Kali, KO, SbO_5, welches man erhält durch Verpuffen von 1 Th. Antimon mit 3 bis 4 Th. Salpeter, Auswaschen des Kaliüberschusses mit kaltem Wasser und dann Auflösen durch längeres Kochen mit Wasser, dient als Reagens auf Natron.

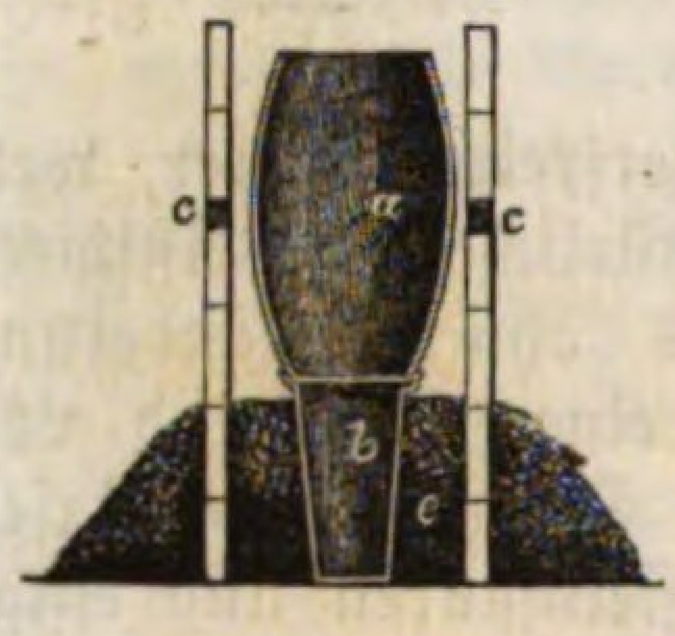
Das antimonsaure Antimonoxyd, SbO_3, SbO_5 oder die antimonige Säure SbO_4 ist ein weißes unlösliches und geschmackloses Pulver, unschmelzbar und feuerbeständig und findet sich natürlich als Spiesglanzocker. Man erhält durch Rösten des Schwefelantimons anfangs Antimonoxyd, welches allmälig in antimonige Säure übergeht. Man benützt es zur Bereitung des **Neapelgelb**, welches man durch Zusammenschmelzen von geröstetem Schwefelantimon, Mennige und Zinkoxyd erhält; es besteht hauptsächlich aus antimonsaurem Bleioxyd.

Das Neapelgelb ist eine der am meisten benützten und unentbehrlichsten Farben für die Oelmalerei und dient auch als Glas- und Porzellanfarbe. Es ist das hellste und haltbarste Gelb, deckt und trocknet gut; nur wird es mit der Zeit etwas dunkler.

Mit dem Schwefel bildet das Antimon 2 dem Antimonoxyd und der Antimonsäure entsprechende Verbindungen: SbS_3 und SbS_5.

Das Dreifachschwefelantimon, SbS_3 findet sich als Mineral unter dem Namen Antimonglanz oder Grauspiesglanzerz in licht bleigrauen geraden rhombischen Säulen und in strahlig oder blättrig krystallinischen Massen, welche ein graues Pulver geben. Man kann es auch künstlich erhalten durch Zusammenschmelzen von Antimon und Schwefel. Das natürliche reinigt man von begleitendem Gestein durch Ausschmelzen in durchlöcherten Töpfen.

171.



Das Ausschmelzen Schwefelantimons.

Der Tiegel **a**, welcher das möglichst durch Auslesen (**Handscheidung**) von der Bergart befreite Erz enthält, ist am Boden durchlöchert, mit einem gut schließenden Deckel bedeckt und wird allmählig zum Rothglühen erhitzt, indem man das Brennmaterial zwischen Tiegel und Mauer c c bringt, welche blos aus auf der Kante stehenden Backsteinen besteht. Der untere Tiegel b, worin sich das Schwefelantimon sammelt, ist von heißer Asche umgeben, damit sich das abtropfende Schwefelantimon zur zusammenhängenden Masse vereinigt. Oder man erhitzt die Töpfe in Flammöfen.

Das gereinigte Schwefelantimon bildet strahlige Stücke, die unter dem Namen **rohes Spiesglanz** (Antimonium crudum) in den Handel kommen und gepulvert als Arzneimittel, zur Darstellung vieler Antimonverbindungen und zum Weißfeuer dienen (2 Th. Schwefelantimon, 2 Kohle, 2 Salpeter).

Mineralkermes. Schmilzt man das krystallinische Schwefelantimon längere Zeit in einem dünnen Glase und wirft es dann plötzlich in kaltes Wasser, so erhält man eine dunkel bleigraue dichte Masse von muschligem Bruch, welche ein braunrothes Pulver giebt. Dieses ist das amorphe Schwefelantimon. Durch Fällung der Antimonoxydsalze mit Schwefelwasserstoff erhält man das amorphe Schwefelantimon von ziegelrother Farbe. Läßt man dieses mit verdünnter Salzsäure einige Tage stehen, so wird es schwarz und besteht nun aus lauter kleinen Krystallflimmern. Löst man das graue Schwefelantimon in einer kochenden Auflösung von Soda, so scheidet es sich beim Erkalten wieder ab als braunrothes Schwefelantimon, aber in Verbindung mit Antimonoxyd, denn $4NaO, CO_2 + 4SbS_3 = (NaO, SbO_3) + 3NaS, SbS_3 + 4CO_2$.

Diese Verbindung von Schwefelantimon und Antimonoxyd $SbO_3, 2SbS_3$ heißt wegen ihrer braunrothen oder kermesrothen Farbe **Mineralkermes**, und dient als Arzneimittel.

Wenn man die verdünnte Lösung eines Antimonoxydsalzes mit unterschwefligsaurem Natron und etwas Salzsäure einige Zeit erwärmt, so erhält man dieselbe Verbindung als tief zinnoberrothes Pulver, welche als Malerfarbe dient, **Antimonzinnober.** Er ist mit Wasser eine wenig, mit Oel dagegen eine sehr lebhafte Farbe, welche lichtbeständig ist und den Vorzug vor Quecksilberzinnober hat, daß er Bleiweiß nicht schwärzt.

Spiesglanzglas. Schwefelantimon und Antimonoxyd lassen sich in allen Verhältnissen zu einer glasartigen Masse, **Spiesglanzglas**, (vitrum antimonii) zusammenschmelzen; welches mehr klar und hellroth oder mehr trüb und dunkelbraun ist, je mehr Antimonoxyd, oder Schwefelantimon vorherrscht. Am schönsten roth und klar wird es aus 1 Th. Schwefel mit 24 Th. Antimonoxyd. Gewöhnlich bereitet man es durch Schmelzen von unvollständig geröstetem Schwefelantimon und benützt es zur Darstellung des Brechweinsteins. Die im Spiesglanzglas enthaltene chemische Verbindung $2SbO_3, SbS_3$ kommt natürlich als Rothspiesglanzerz in kirschrothen schiefen rhombischen Säulen vor. Man erhält es künstlich durch Zusammenschmelzen von 3 Th. Schwefelantimon mit 1 Th. Antimonoxyd als eine gelbbraune Masse, die als Metall- oder Spiesglanzsafran in der Medicin benützt wird.

Das Fünffachschwefelantimon, SbS_5, auch Goldschwefel oder Spiesglanzschwefel genannt, ist ein pomeranzengelbes amorphes Pulver, unlöslich in Säuren, die nicht oxydirend auf das Antimon wirken, aber leicht in Alkalien. Man erhält es durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Antimonsäure. Antimonige Säure wird zwar von Schwefelwasserstoff eben so gefärbt, aber es ist nicht reines Fünffachschwefelantimon, sondern eine Verbindung desselben mit Dreifachschwefelantimon. Durch Zusammenschmelzen von Antimon und Schwefel entsteht kein Fünffachschwefelantimon, sondern blos Dreifachschwefelantimon und der übrige Schwefel verflüchtigt sich. Gewöhnlich bereitet man es durch Zusammenschmelzen von 5 Th. Dreifachschwefelantimon, 1 Th. Schwefel und 4 kohlensaurem Kali, löst das erhaltene Fünffachschwefelantimon-Schwefelkalium in Wasser auf und fällt mit verdünnter Schwefelsäure. Es dient nebst dem Brechweinstein unter allen Antimonverbindungen am häufigsten in der Arzneikunde, als Auswurf beförderndes Mittel.

Die Antimonsalze haben einen scharfen Metallgeschmack und ihre Auflösungen werden durch Verdünnen mit Wasser getrübt. Weinsäure und andere organische Stoffe verhindern nicht nur die Fällung durch Wasser, sondern auch durch Alkalien und Blutlaugensalz.

Ausmittlung des Antimons. Die neutralen Auflösungen des Antimons werden von Antimonoxyd mit feuerrother oder ziegelrother, die sauren Auflösungen mit pomeranzengelber Farbe, die alkalischen erst nach Zusatz einer Säure gefällt. Vor dem Löthrohr geben die Schwefelverbindungen auf Kohle leicht ein sprödes Metallkorn, welches in der Oxydationsflamme einen geruchlosen weißen Rauch entwickelt und sich mit glänzenden Nadeln von Antimonoxyd umgiebt. Läßt man das reducirte Korn auf den Tisch fallen, so zertheilt es sich in viele kleine Kügelchen, die glühend forthüpfen und ihren Weg durch einen weißen Streifen von Antimonoxyd bezeichnen.

Antimonoxyd, antimonige und Antimonsäure färben sich sämmtlich beim Erhitzen vorübergehend gelb; aber nur die Antimonsäure bleibt beim Erkalten gelblich. Die antimonige Säure leuchtet beim Glühen ähnlich dem Kalk.

Chlorantimon. Technisch wichtig ist blos das Chlorür $SbCl_3$, eine gelbliche butterartige, rauchende Masse (daher auch **Spiesglanzbutter** genannt), welche thierische Gebilde sehr stark ätzt. Man erhält sie durch Erhitzen von Dreifachschwefelantimon mit Quecksilberchlorid, wobei Schwefelquecksilber zurückbleibt und Antimonchlorür überdestillirt. Oder man löst Dreifachschwefelantimon in kochender concentrirter Salzsäure, dampft das Wasser ab und destillirt dann. Es dient als Aetzmittel namentlich beim Bisse giftiger Thiere, und zum Brüniren des Eisens. — Das Superchlorür $SbCl_4$ und Superchlorid $SbCl_5$ sind nicht wichtig.

Arsenik.

Das Arsenik, As ist licht stahlgrau, stark glänzend, bildet spitze Rhomboeder, gewöhnlich krystallinische Massen von blättrigem oder körnigem Gefüge, ist sehr spröde, aber nicht besonders hart, von 5,70 spec. Gew., verflüchtigt sich bei 144° R. ohne zu schmelzen, in weißen Dämpfen als arsenige Säure (AsO_3) mit knoblauchähnlichem Geruche. An der Luft lauft es leicht an und bedeckt sich mit schwarzem Suboxyd, AsO, beim Erhitzen verbrennt es an der Luft mit blaßblauer Flamme zu arseniger Säure. Mit Wasser befeuchtet kann sich gepulvertes Arsenik durch Aufnahme von Sauerstoff bis zum Entzünden erhitzen. Von kochender conc. Schwefelsäure wird das Arsenik unter Entwicklung von schwefliger Säure und von verdünnter Salpetersäure unter Entwicklung von salpetriger Säure als arsenige Säure aufgelöst, indem es eine Doppelsäure damit bildet.

Vorkommen. Das Arsenik ist sehr verbreitet in der Natur, es ist ein steter Begleiter des Eisens und findet sich daher selbst in eisenhaltigen Mineralwässern, jedoch stets nur in sehr kleiner Menge. Nicht ganz unbedeutend ist dagegen der Gehalt des Schwefels an Schwefelarsenik, welcher vorzüglich am Harz, in Schlesien und Sachsen aus Schwefelkies gewonnen wird[1]). Außerdem findet es sich auf metallischen Lagerstätten gediegen als

1) Von dieser Schwefelsorte rührt der Arsenikgehalt vieler Präparate, wie mancher Schwefelsäure, Phosphorsäure und des Phosphors her. Ist der Arsenikgehalt einigermaßen beträchtlich, so erhöht er die Farbe des Schwefels.

Scherbenkobalt, oxydirt, geschwefelt, als Säure und Schwefelarsenik in vielen Salzen.

Darstellung. Man erhält das Arsenik durch Destillation des Scherbenkobalts, des Arsenikalkieses (FeAs) und Arsenikkieses (FeAs, FeS_2), wobei sich das verflüchtigte Metall als strahlig blättrige Masse im Retortenhals ansetzt, die unter dem Namen **Fliegenstein** oder **Fliegenkobalt** in den Handel kommt.

Wichtigkeit. Man benützt das regulinische Metall selten als Fliegengift oder zu Legirungen.

Verbindungen. Sämmtliche Verbindungen des Arseniks gehören zu den heftigsten scharfen Giften und das Metall selbst wird als Gift betrachtet wegen seiner leichten Oxydirbarkeit; am wenigsten giftig sind die Schwefelverbindungen. Das beste Gegenmittel für die arsenige und Arseniksäure ist frischgefälltes Eisenoxydhydrat oder Magnesiahydrat und für die Salze derselben essigsaures Eisenoxyd, welche daher in Apotheken vorräthig sind. In Ermanglung derselben giebt man einstweilen Zuckerwasser, Milch, Eiweiß u. dgl., um das Brechen zu erleichtern. — Die Legirungen werden jetzt wenig mehr benützt, wichtiger sind die 2 Oxyde, die sich wie Säuren verhalten, nämlich die arsenige und Arseniksäure und die Schwefelverbindungen.

Legirungen. Das Arsenik macht 1. die andern Metalle in der Regel mehr weiß, daher die Kupferlegirung, Weißkupfer, silberähnlich ist; aber wegen des leichten Anlaufens und wegen seiner Giftigkeit ist es längst vom Neusilber verdrängt. 2. Es erhöht die Leichtschmelzbarkeit der Metalle, daher sein Zusatz zum Bleischrot, damit das Blei länger flüssig bleibt, weil sich dann die Bleitropfen beim Herabfallen abrunden. 3. Es macht aber auch alle Metalle spröde, und weil es durch Rösten nie vollständig abgeschieden werden kann, so ist es ein sehr unwillkommener Begleiter der Metalle.

Die arsenige Säure oder das weiße oder gewöhnliche Arsenik, AsO_3, ist entweder amorph, nämlich ein farbloses Glas, welches man durch Schmelzen bei verstärktem Druck erhält, oder sie erscheint krystallinisch in Oktaedern oder krystallinischen Massen. In dieser Form erhält man sie durch Sublimation, ohne daß sie dabei schmilzt, aus heiß gesättigten Lösungen und aus der glasigen arsenigen Säure, bei längerer Aufbewahrung. Das Glas wird mit der Zeit trüb und porzellanartig sowohl in offenen wie in verschlossenen Gefäßen. Unter Wasser dagegen bleibt es Jahre lang durchsichtig. Die arsenige Säure hat einen schwachen scharfen, hintennach süßlichen Geschmack und löst sich in 100 Th. kaltem und 10 Th. kochendem Wasser. In Säuren, besonders organischen, ist sie leichter und noch leichter in Alkalien löslich. Sie ist sehr giftig. 3 Gran und bisweilen selbst 1—2 Gran sind hinreichend, einen Menschen zu tödten. Sie kommt auch zuweilen als Mineral vor unter dem Namen Arsenikblüte.

Aus den Auflösungen in andern Säuren, welche heiß damit gesättigt waren, krystallisirt die arsenige Säure beim Erkalten in freiem Zustand aus. Nur mit Schwefelsäure und Weinsäure bildet sie wirkliche Salze. Erstere werden durch Wasser zersetzt.

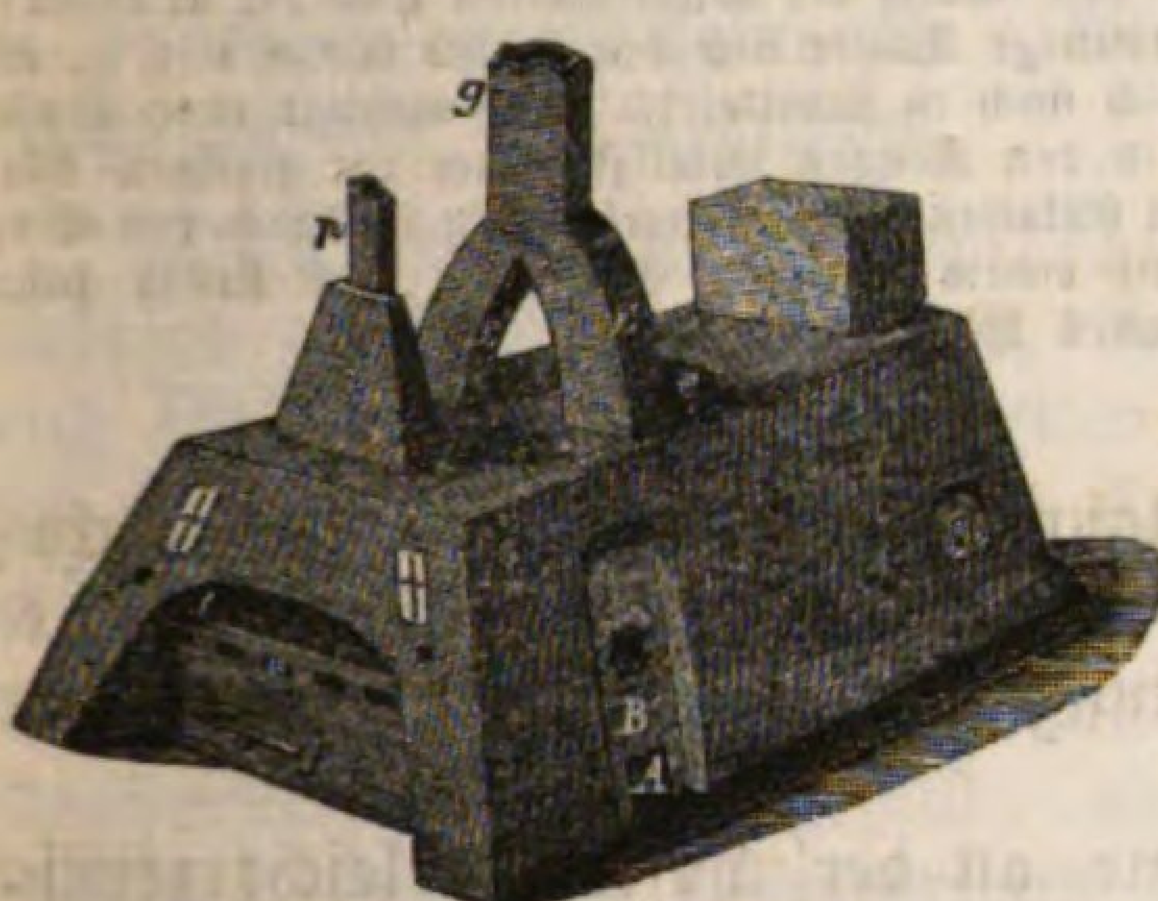
Man erhält sie durch Glühen der Arsenikerze bei Luftzutritt in einer Muffel und leitet die weißen Dämpfe in einen Giftfang, in dessen Abtheilungen sie sich als Giftmehl verdichten, während schweflige Säure entweicht, häufig auch als Nebenprodukt beim Rösten arsenikhaltiger Erze. Das Giftmehl wird hierauf aus gußeisernen Kesseln in aufgekittete eiserne Cylinder sublimirt, aus denen Röhren zu einer Verdichtungskammer führen, die arsenige Säure setzt sich in den Cylindern glasartig ab. Im Handel ist sie gewöhnlich email- oder porzellanartig.

172.

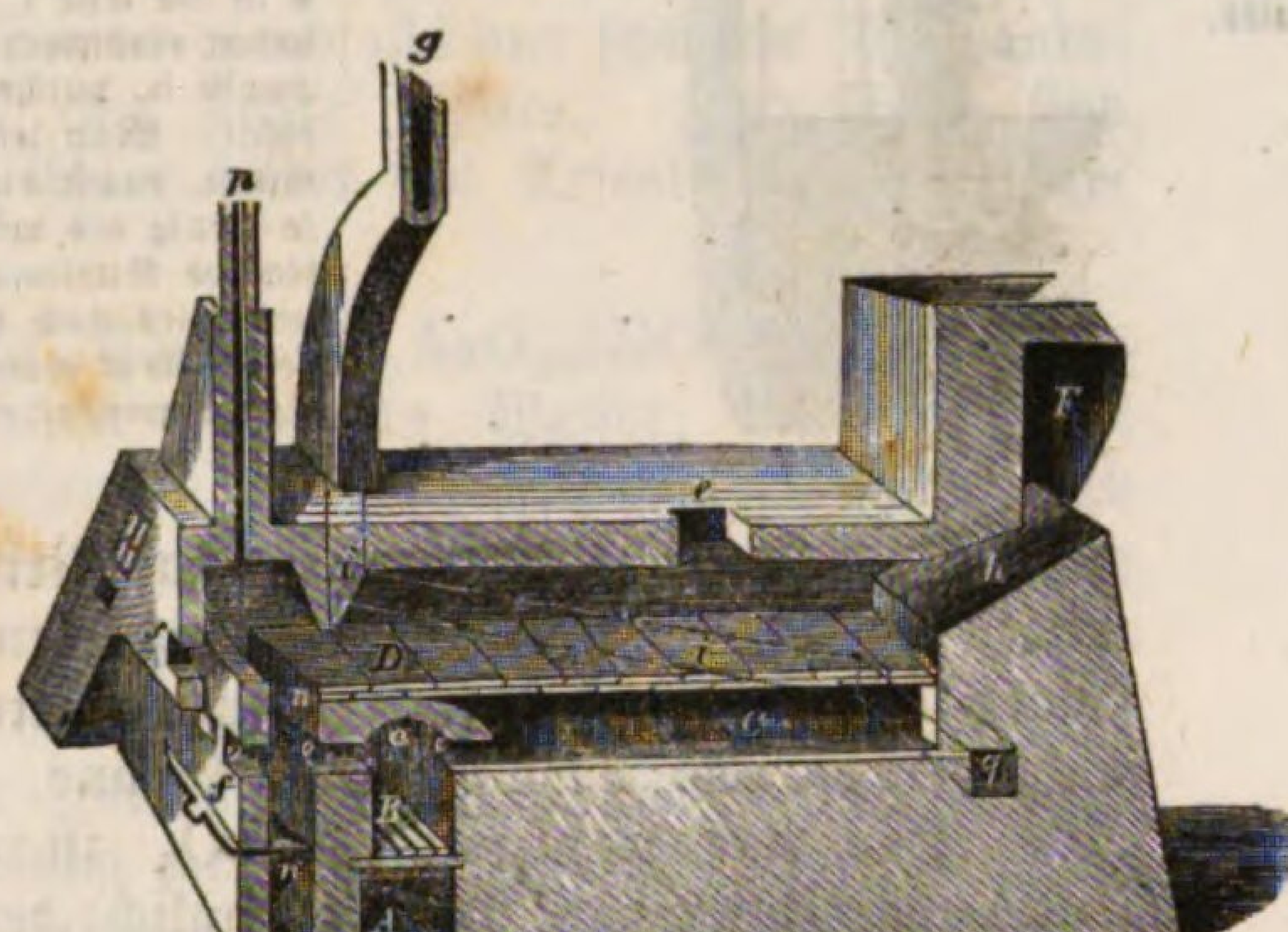


Muffel heißt eine kurze, halbcylindrische, am einen Ende geschlossene Röhre von feuerfestem Thon, ähnlich einem kleinen Backofen, auf dessen Boden die zu röstende Substanz erhitzt wird. Durch die Oeffnung b, welche an der Ofenthüre ausmündet, tritt die kalte Luft ein, zieht über die zu röstende Substanz durch die Oeffnungen a a a und entweicht mit der heißen Luft des Ofens durch den Camin. Einer solchen Muffel bedient man sich zu Röstungen im Kleinen und wo die flüchtigen Producte nicht aufgefangen werden müssen. Der Ofen zum Erhitzen der Muffeln heißt Muffelofen und wird beim Probiren des Silbers beschrieben. Muffel.

173.

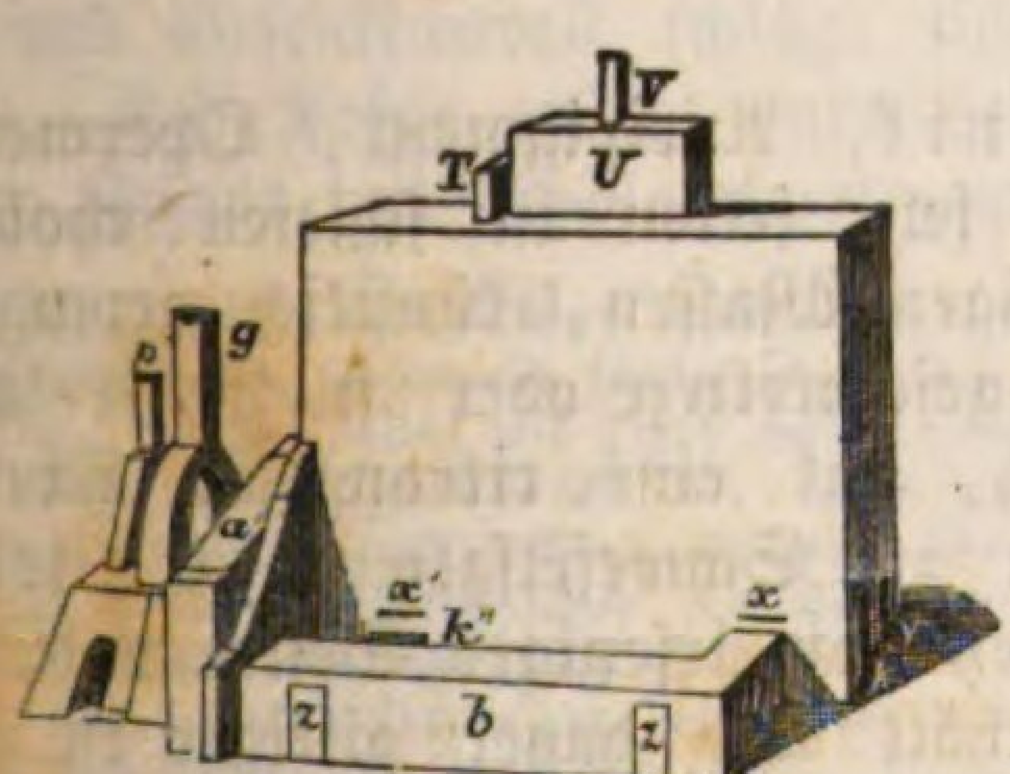


174.

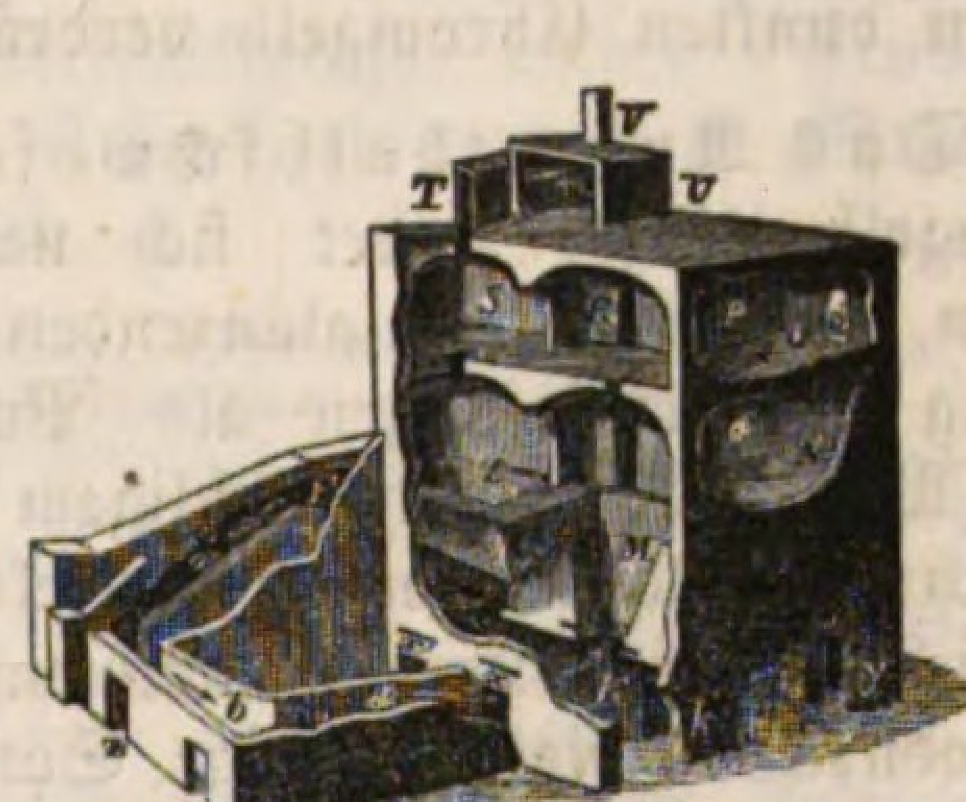


Das Arsenik ist sehr leicht reducirbar und würde in einem gewöhnlichen Röstofen von der Flamme theilweise reducirt werden. Die Flamme darf daher mit dem zu röstenden Erze nicht in Berührung kommen, sie muß nicht über, sondern unter dem Heerde hinziehen. Ein muffelförmiger Ofen für solche Röstarbeiten im Großen heißt gleichfalls **Muffelofen.** Fig. 173 ist die perspectivische Ansicht und 174 der Durchschnitt desselben. Das geschlemmte Erz wird auf der Decke des Ofens vorgewärmt, durch die Oeffnung e auf den Heerd D geworfen, welcher aus einer doppelten Lage feuerfester Thonplatten besteht. Das Feuer zieht vom Roste B durch mehrere Oeffnungen c in die Canäle C, dann seitwärts durch den Quercanal q und von da rückwärts und aufwärts durch die Canäle i (in der Seitenmauer) in die 2 Schenkel E E' der Doppelesse g. Der Raum D wird daher durch die Canäle C von unten und durch die Canäle i von den Seiten her erwärmt. Von außen tritt die Luft bei l Fig. 173 ein, zieht nebst den Dämpfen der arsenigen Säure durch Muffeloffen zum Rösten der Arsenikerze.

175.

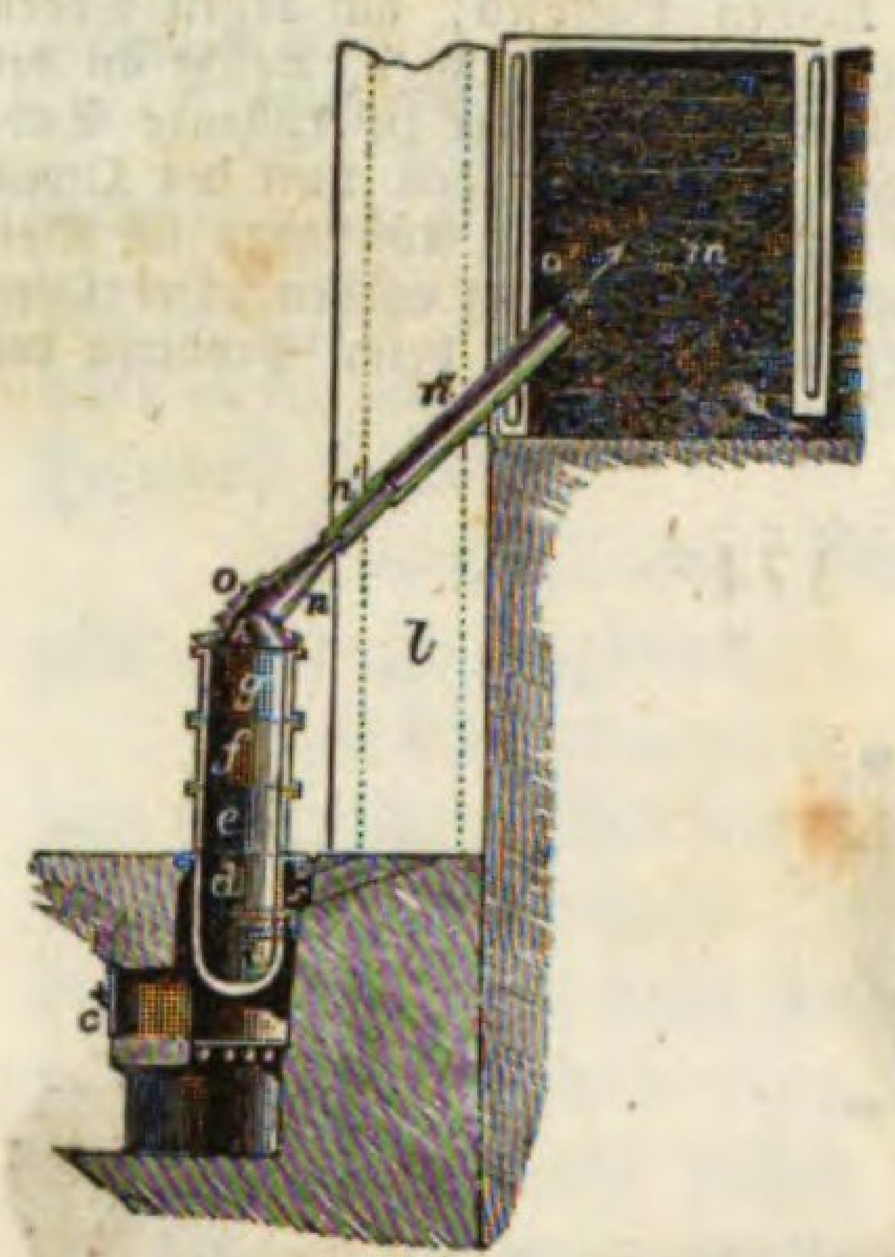


176.



die Oeffnung h und F in den abwärts gehenden Canal a Fig. 175 und 176 und dann in den horizontalen b, wo sich die arsenige Säure größtentheils absetzt. Von da geht der Zug durch d in den unteren Raum des Giftthurmes, durch die Trichter L und M in die durch Oeffnungen mit einander in Verbindung stehenden 4 mittleren Kammern und dann in die 4 oberen; von der Kammer S durch den Canal T in die Kammer U und in den Schornstein V. Durch die Oeffnungen y, k', Q', die während des Brandes vermauert sind, gelangt man in die Räume, wo sich die arsenige Säure ansammelt. Durch die Oeffnungen im Boden der Kammern wird sie in den untern Raum k gestürzt. Gewöhnlich hat der Giftthurm auf der andern Seite noch einen Anbau F a b d für einen zweiten Ofen, bei dessen Heizen die Schieber x x' auf der gegenüberliegenden Seite geschlossen sind.

177.



Das Erz wird beim Rösten fortwährend umgerührt mit einer Krücke, deren Stiel auf der Rolle l Fig. 173 liegt. Nach vollendeter Röstung wird der Schieber f ausgezogen, und die glühende Masse in den Schlitz n Fig. 174 hineingekrückt, wodurch sie in ein Gewölbe unter dem Ofen fällt und dort durch Wasser abgelöscht wird. Der Schornstein p dient dazu, um den Arbeiter vor den etwa aus dem Ofen entweichenden Arsenikdämpfen zu schützen.

Raffiniren des Arseniks.

Im Sublimirofen geht der Zug vom Roste durch den Fuchs s in die Esse l. Der Ofen enthält gewöhnlich 4 eiserne Kessel d neben einander; auf jedem stehen 3 eiserne Ringe e f g, dann die Haube h, welche durch mehrere Röhren n n' n'' in 3 Kammern m führt. Man leitet den Gang der Sublimation nach der Wärme der Ringe, damit die arsenige Säure nur bis in die Ringe e f g, aber so wenig als möglich nach m sublimirt. Das mehlige oder krystallinische Sublimat in den Ringen schmilzt später zur glasigen Masse und wird nach dem Erkalten davon abgeschlagen. Durch den Schieber o stößt man mit einem eisernen Stabe in den Kessel hinab, um zu wissen, ob alles Mehl sublimirt ist.

Die arsenige Säure dient zur Vertilgung schädlicher Thiere, als Schutzmittel gegen die Motten in zoologischen Sammlungen, zur Reinigung des Glases, in der Kattundruckerei, zur Bereitung verschiedener Farben wie des Scheele'schen und Schweinfurter Grüns.

Die Arseniksäure, AsO_5 ist eine an der Luft sehr leicht zerfliessende, feuerbeständige Masse, ähnlich der Phosphorsäure, welche man erhält durch Kochen der arsenigen Säure mit Königswasser. Sie ist nicht, wie man gewöhnlich annimmt, noch giftiger als die arsenige Säure, sondern wirkt weit langsamer als diese, vielleicht erst, nachdem sie zu arseniger Säure reducirt wird. Sie findet für sich keine Anwendung.

Mit Schwefel bildet das Arsenik mehrere Verbindungen.

Das Zweifachschwefelarsenik, Realgar oder Rauschroth, AsS_2 findet sich natürlich in klinorhomischen Prismen, künstlich dargestellt bildet es ein rubinrothes Glas ähnlich dem Spiesglanzglas. Man erhält es durch Destillation von Arsenikkies mit Schwefelkies und Umschmelzen mit Schwefel, bis die Masse durchsichtig ist. Man gebraucht es zum chinesischen Weißfeuer (2 Th. Realgar, 7 Th. Schwefel, 24 Th. Salpeter), als Farbmaterial ist es vom dunklen Chromgelb verdrängt.

Das Anderthalbschwefelarsenik, Auripigment, Operment oder Rauschgelb, AsS_3 findet sich natürlich sehr selten in schiefen rhombischen Säulen, gewöhnlich in glänzenden blättrigen Massen, künstlich erzeugt durch Fällung aus Auflösungen als Pulver, geschmolzen oder sublimirt als eine dichte Masse von flachmuschligem Bruch, hat eine citrongelbe Farbe und löst sich in Alkalien und Schwefelalkalien zu Schwefelsalzen. Es wird gewöhnlich erhalten durch Zusammenschmelzen von arseniger Säure und Schwefel, wodurch es stets arsenige Säure enthält und daher giftiger ist als das natürliche oder auf nassem Weg erhaltene. Es wird selten mehr gebraucht zur Desoxydation des Indigo; als Malerfarbe ist es vom hellen Chromgelb verdrängt. Einige orientalische Völker, denen das Rasirmesser verboten ist, benützen zur Abnahme der Bart- und Kopfhaare das **Rhusma,** eine Mischung von 1 Th. Operment mit 2—3 Th. Kalk, wodurch arseniksaurer Kalk, und eine Verbindung von Schwefelarsenik mit Schwefelcalcium entsteht, welche das Haar in eine gallertartige Masse verwandelt, ohne die Haut zu beschädigen. (Vgl. S. 108).

Das Fünffachschwefelarsenik, AsS_5, kennt man nur in Verbin-

bung mit basischen Schwefelmetallen als Schwefelsalz. Es entsteht durch Behandlung von arsenikfauren Salzen mit Schwefelwasserstoff. Stärkere Säuren scheiden Dreifachschwefelarsenik nebst freiem Schwefel daraus ab.

Arsenikfalze. Die arsenige Säure löst sich in Säuren leichter als in Wasser, aber sie krystallisirt aus heiß gesättigter Lösung in der Kälte wieder aus, ohne sich mit der Säure verbunden zu haben. Mit concentrirter Schwefelsäure verbindet sie sich chemisch, wird aber durch Wasser wieder als freie arsenige Säure gefällt; nur mit Weinsäure und andern organischen Säuren bildet sie Salze, welche von Wasser nicht gefällt werden. Mit Basen liefert sie viele Salze, hat aber als Säure gleichfalls nur schwache Verwandtschaft. Die Arseniksäure dagegen ist eine starke Säure. Ihre Salze sind den phosphorsauren isomorph. Mit Chlor bildet das Arsenik ähnliche Verbindungen wie das Antimon.

Das zweifach arseniksaure Kali, $KO,AsO_5,5HO$ krystallisirt in farblosen quadratischen Säulen, ist leicht löslich in Wasser, wird erhalten durch Glühen von gleichen Theilen arseniger Säure und Salpetersäure und wird in der Kattundruckerei als Aetzbeize und als Mittel gegen die Fliegen benützt.

Ausmittlung des Arseniks. Die Arseniksäure wird durch Schwefelwasserstoff citrongelb gefällt, aber nur aus sauren Auflösungen, die Arseniksäure nur aus concentrirter Lösung und mit Säureüberschuß, leichter beim Erwärmen. Der Niederschlag unterscheidet sich von dem ähnlichen Schwefelkadmium dadurch, daß das Schwefelarsenik in Alkalien löslich ist, in Salzsäure aber nicht, während Schwefelcadmium in concentrirter Salzsäure, nicht aber in Alkalien löslich ist.

Die arsenige Säure giebt mit schwefelsaurem Kupferoxyd einen zeisiggrünen, die arsenige Säure einen hellblauen Niederschlag, die arsenige Säure mit salpetersaurem Silberoxyd einen eigelben, die Arseniksäure einen rothbraunen. Arsenikmetalle und Schwefelarsenik werden zuvor durch Oxydation mittelst Salpetersäure aufgelöst. Mit Zink und verdünnter Schwefelsäure geben Metall und Sauerstoffverbindungen das höchst giftige Arsenikwasserstoffgas, AsH_3, welches man aus einer engen Röhre strömend anzündet und in die Flamme eine weiße Porzellanfläche hält, so verbrennt der Wasserstoff zu Wasser und Arsenikmetall schlägt sich als Arsenikspiegel nieder (Probe von Marsh). Auf Kohle erhitzt entwickelt das Arsenik einen weißen Rauch von arseniger Säure mit knoblauchartigem Geruch.

Das Molybdän, Mo, welches sich als Gelbbleierz (PbO,MoS_3) in Bayern und Oesterreich ziemlich reichlich findet, bildet ein schwarzes Oxydul, MoO, ein dunkelbraunes Oxyd, MoO_2 und eine weiße Säure MoO_3. Letztere bildet mit Oxyd molybdänsaures Molybdänoxyd, $MoO_2,4MoO_3$, ein schön dunkelblaues in Wasser leicht lösliches Pulver. Man digerirt das molybdänsaure Bleioxyd mit conc. Schwefelsäure, es entsteht schwefelsaures Bleioxyd und Molybdänsäure wird frei. Beim Verdünnen mit Wasser fällt das nur in conc. Schwefelsäure lösliche schwefelsaure Bleioxyd nieder. Die Molybdänsäure setzt sich beim Abdampfen aus der Auflösung ab. Man gießt die Schwefelsäure ab und wäscht die Molybdänsäure mit Wasser aus. Durch Schmelzen des molybdänsanren Bleioxyds mit Soda erhält man molybdänsaures Natron. Durch Fällen des molybdänsauren Natrons mit Chlorzinn erhält man einen Niederschlag von schöner mittelblauer Farbe, **blauer Carmin aus Molybdän**, er besteht aus molybdänsaurem Molybdänoxydul und molybdänsauren Zinnoxyd und bildet eine dauerhafte Farbe, welche auch für die Färberei versucht wurde, hat sich jedoch hiezu nicht bewährt. Die Molybdänsäure dient als Reagens auf Phosphorsäure und Ammoniak, indem das zweifach molybdänsaure Ammoniak mit Phosphorsäure, und die Molybdän-Phosphorsäure mit Ammoniak, auch noch bei großer Verdünnung einen gelben Niederschlag bildet.

Chrom.

Das Chrom, Cr ist ein Metall, welches nur schwer in regulinischem Zustande herzustellen ist und daher zu den chemischen Seltenheiten gehört. Es

findet sich in der Natur ziemlich selten, am häufigsten als Chromeisenstein, nämlich Eisenoxydul-Chromoxyd FeO,Cr_2O_3.

Die Verbindungen des Chroms zeichnen sich durch lebhafte Farben aus und, besonders die auflöslichen, gehören zu den gefährlichsten scharfen Giften. Das beste Gegenmittel ist Magnesia. Wichtig sind blos das Oxyd und einige Verbindungen der Chromsäure.

Das Chromoxyd, Cr_2O_3 ist ein dunkelgrasgrünes Pulver, in Wasser und Säuren unauflöslich, höchst feuerbeständig, findet sich natürlich als Chromocker und wird erhalten durch Glühen von einfach chromsaurem Kali KO,CrO_3 mit Chlorammonium, nämlich $2KO,CrO_3 + 2H_4NCl = 2KCl, 2HO + 2H_3N,CrO_3$ und $2H_3N,CrO_3 = Cr_2O_3 + 3HO + 2N$ oder besser durch Glühen von (etwa 5 Th.) doppeltchromsaurem Kali, $KO,2CrO_3$ und (1 Th.) Schwefel, nämlich $KO,2CrO_3 + S = KO,SO_3 + Cr_2O_3$. Das schwefelsaure Kali wird ausgelaugt. Es dient unter dem Namen **Chromgrün** als Porzellan- und Frescofarbe, weil es auf Kalk unverändert hält. Was in der Oel- und Wassermalerei als Chromgrün vorkommt, ist eine Mischung von Chromgelb und Blau. (S. S. 191). Das Chromoxyd ist zum gewöhnlichen Gebrauche zu theuer und als Wasserfarbe auch zu spröde — der Anstrich fällt bald wieder ab. Die Verbindung von Zinnoxyd mit Chromoxyd und überschüssigem Zinnoxyd bildet eine purpurrothe Porzellanfarbe.

Chromoxyd bildet mit mehreren andern Oxyden beim Erhitzen schwarze Verbindungen, von denen die des Eisenoxyds als die billigste als schwarze Porzellanfarbe brauchbar ist. Ein Gemenge von 1 MG. Chromoxyd mit 4 MG Eisenoxyd wird rein schwarz, durch mehr Chromoxyd braun, gelb und endlich grün.

Die Chromsäure, Cr_2O_3 krystallisirt in karmesinrothen Nadeln, die an der Luft bald zerfließen und von organischen Körpern zersetzt werden. Man erhält sie durch Zersetzung des zweifach chromsauren Kali mit concentrirter Schwefelsäure. Sie hat keine technische Anwendung als zur Aufbewahrung organischer Körper für mikroskopische Untersuchungen.

Chromsalze. Das Chromoxyd bildet 2 isomere Abänderungen, wovon die eine mit Säuren grüne, die andere violette Salze bildet. Die Haloidsalze verhalten sich ebenso. Die Chromsäure bildet mit den Basen gelbe oder feuerrothe Salze. Von den letzteren sind die Kali- und Bleioxydsalze wichtig.

Das einfach chromsaure Kali, KO,CrO_3 krystallisirt in wasserfreien citrongelben 6seitigen Prismen, isomorph mit schwefelsaurem Kali, hat einen bitteren unangenehmen Geschmack, der 24 Stunden anhält, reagirt alkalisch, löst sich in 2 Th. kaltem Wasser, färbt das Wasser noch bei großer Verdünnung stark gelb, ist schwer schmelzbar und feuerbeständig. Man erhält es aus dem Chromeisenstein, FeO,Cr_2O_3. Man schmilzt denselben mit Pottasche und Salpeter zusammen und laugt aus, versetzt mit Salpetersäure oder Holzessig, so lange noch Thonerde und Kieselsäure gefällt werden, und dampft ab zur Krystallisation. Es wird hauptsächlich zur Darstellung des 2fach chromsauren Kali oder auch statt dessen selbst und mit Blauholz zum Schwarzfärben verwendet.

Das zweifach chromsaure Kali, $KO,2CrO_3$ bildet große wasserfreie feuerrothe schiefe rhombische Säulen von metallisch bitterem Geschmack, löst sich in 10 Th. kaltem Wasser, ist leicht schmelzbar, zersetzt sich erst bei Weißglühhitze in einfach chromsaures Kali und Chromsäure. Man erhält es durch Versetzen des einfach chromsauren Kali mit einer Säure, z. B. Essigsäure. Es dient zur Darstellung aller übrigen Chromverbindungen, besonders des chromsauren Bleioxyds zur Farbfabrikation, zu Gelb und Schwarz in der

Färberei und Kattundruckerei und findet fast dieselbe Anwendung wie das einfach chromsaure Kali, hat aber den Vorzug, daß es reicher an Chromsäure ist.

Das neutrale chromsaure Bleioxyd, Chromgelb, PbO,CrO_3 ist ein citrongelbes, in Wasser unlösliches Pulver, welches natürlich als Rothbleierz vorkommt und durch Fällung eines auflöslichen Bleisalzes mit verdünnter Lösung von einfach- oder 2fach chromsauren Kali entsteht, durch concentrirte Lösung des chromsauren Kali wird die Farbe mehr pomeranzengelb, die Auflösung des Bleisalzes mag verdünnt oder gesättigt sein. Es dient als Malerfarbe.

Am besten soll dem Röthlichwerden des Chromgelbs vorgebeugt werden, wenn man nicht essigsaures, sondern salpetersaures Bleioxyd anwendet, die Lösung desselben in die des chromsauren Kali gießt und letzteres nicht ganz vollständig niederschlägt.

Das Chromgelb ist die feurigste und jetzt bei weitem am häufigsten benützte gelbe Oel- und Wasserfarbe und wird auch in der Baumwollenfärberei und Druckerei hervorgebracht. Obgleich in allen diesen Anwendungen als haltbar bekannt, wird es in der feinen Malerei nicht benützt, als zu schreiend und weil es in Mischungen stark ins Grünliche nuancirt. Eine grüne Mischung desselben mit Berlinerblau ist die gangbarste aller grünen Farben in Oel und Wasser als **grüner Zinnober, Oelgrün** oder **Chromgrün** und ist daher nicht mit dem Chromoxyd zu verwechseln. Es ist ein ziemlich tiefes Grün von verschiedenen Abstufungen, etwas gebrochen (ins Bräunliche ziehend) und deckt sehr gut. Seine Haltbarkeit als Malerfarbe und seine Umwandlung als Anstrichfarbe in Gelb erklärt sich aus dem Verhalten des Berlinerblau.

Das chromsaure Zinkoxyd, Zinkchromgelb, ein citrongelbes Pulver, welches man nur durch Fällung von reinem schwefelsaurem Zink mit einfach chromsaurem Kali erhält, gleicht dem Bleichromgelb in der Farbe, wird aber nicht von Schwefelwasserstoff oder Schwefelfarben, wie Zinnober, Ultramarin, geschwärzt und kommt billiger als Bleichromgelb, eignet sich daher besonders als Tapeten- und Zimmeranstrichfarbe. In Oel deckt es nicht. Auf Zeugen nimmt es sich nicht lebhaft aus, und ist daher in der Färberei nicht zu brauchen.

Das basisch chromsaure Bleioxyd, Chromroth, Chromzinnober, $2PbO,CrO_3$ ist ein zinnoberrothes Pulver, dient gleichfalls als Malerfarbe und entsteht durch Erwärmen des neutralen chromsauren Bleioxyds mit einem Alkali, schöner mit Kalkhydrat.

Durch Vermischen von schmelzendem Salpeter mit neutr. chromsaurem Bleioxyd erhalten, steht es dem Zinnober an Tiefe wenig nach, übertrifft ihn aber an Feuer, ist vollkommen haltbar, frei von jenem schädlichen Einflusse, den der Zinnober als Schwefelverbindung auf andere Metallfarben in Mischungen hat, und wird daher bei seiner Billigkeit jetzt sehr häufig statt des Zinnobers benützt. Die Tiefe der Farbe hängt von der Größe der Krystalle ab, aus denen das Pulver besteht. Das Roth wird daher durch starkes Reiben pomeranzengelb.

Das zweifach chromsaure Kupferoxyd, $CuO,2CrO_3 2HO$ bildet braunschwarze Krystalle, ist in Wasser leicht und auch in Weingeist löslich und zerfließt an der Luft. Beim Kochen der Auflösung scheidet sich ein braunes Pulver von basischem Salz ab. Man erhält es durch Auflösen von Kupferoxydhydrat in concentrirter Chromsäure. Es übertrifft als Oxydationsmittel für Dampffarben in der Zeugdruckerei das chlorsaure Kali weit an Wirksamkeit.

Das gewöhnlich unter diesem Namen und zwar gleichfalls mit gutem Erfolg angewendete Salz bildet tiefgrüne Krystalle und ist nichts anderes als Kupfervitriol mit beigemengter Chromsäure.

Ausmittlung des Chromoxyds. Die grünen oder violetten Auflösungen des Chromoxyds werden durch Kochen mit rothem Blutlaugensalz, durch Bleihyperoxyd, oder durch Chlor citronengelb, indem sich das Chromoxyd oder Chromchlorid zu Chromsäure oxydirt. Die gelben Verbindungen der Chromsäure werden durch concentrirte Salzsäure, besonders auf Zusatz von Weingeist grasgrün gefärbt, indem sich Chromchlorid bildet, das neutrale und basische Bleioxyd lassen dabei Chlorblei zurück. Vor dem Löthrohr färben alle Chromverbindungen Boraxglas sowohl in der inneren, als äußeren Flamme schön grün.

Quecksilber.

Das Quecksilber, Hg ist zinnweiß mit starkem Metallglanz, unter allen Schwermetallen der schlechteste Leiter der Elektricität, von 13,5 spec. Gew., bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig, erstarrt bei — 32° R. zu einer dehnbaren, weichen Masse, verflüchtigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur in der Gesundheit nachtheiligen Dünsten, kocht bei 285° R. Durch Schütteln mit Wasser, Reiben mit Fett oder einem Pulver zertheilt es sich zu einem feinen grauen Staube. An der Luft, von Wasser und von Salzsäure bleibt es unverändert. Wenn es mit andern Metallen verunreinigt ist, lauft es jedoch leicht an und bedeckt sich mit einer grauen Haut. Von Salpetersäure und Königswasser wird es leicht gelöst und von kochender concentrirter Schwefelsäure unter Entwickelung von schwefliger Säure in Sulphat verwandelt.

Vorkommen. Das Quecksilber kommt nicht häufig in der Natur vor, gewöhnlich als Schwefelquecksilber oder Zinnober, selten gediegen (in Spanien, Idria, in der Rheinpfalz, Californien, Mexico u. s. w.).

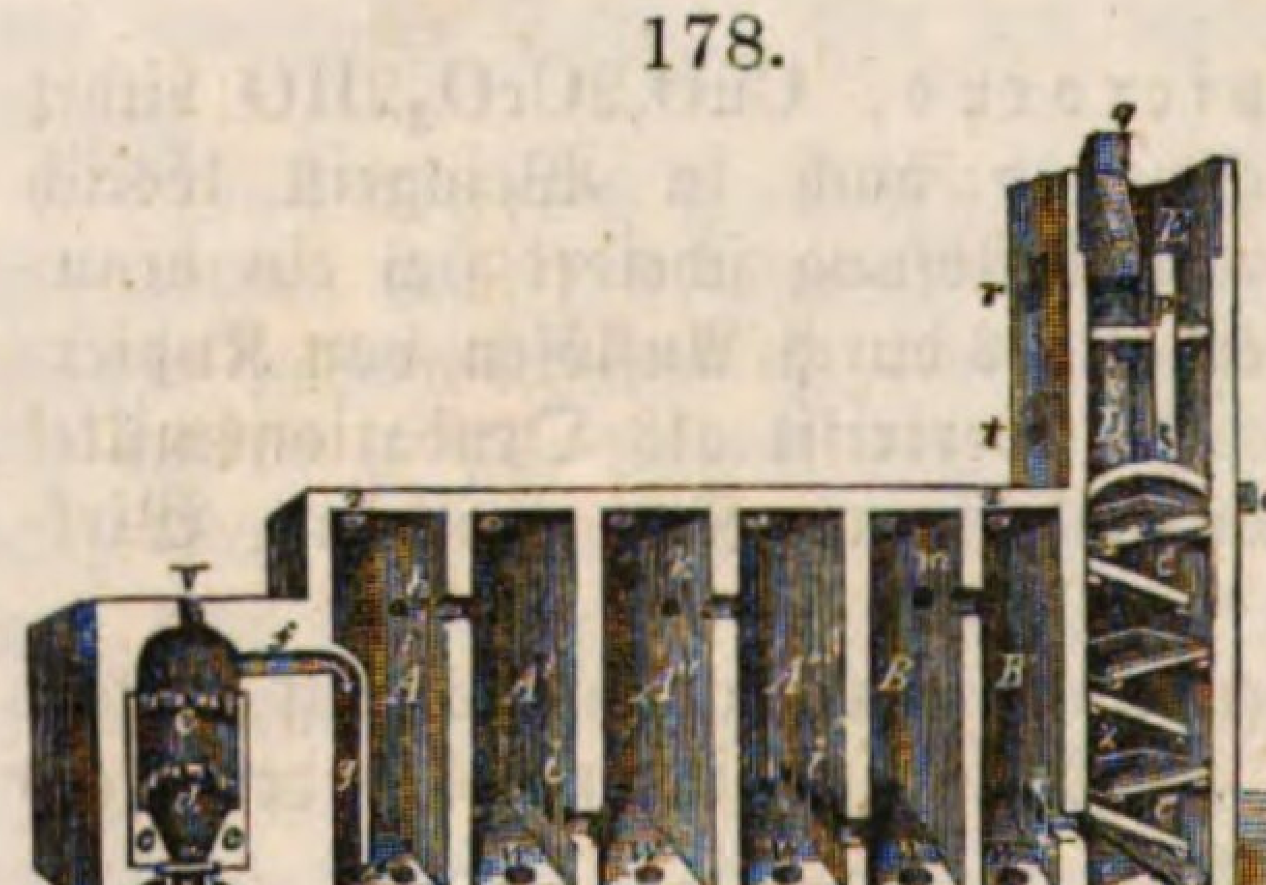
Darstellung. Man zersetzt den Zinnober entweder durch Kalk oder durch Eisenhammerschlag.

Den Kalk wendet man in Spanien und Idria an, weil er da mit dem Zinnober vorkommt. Man erhitzt das zerkleinerte Erz in thönernen Schalen in einem Etagenofen, der mit 4 Verdichtungskammern in Verbindung steht. Der Schwefel verbrennt zum Theil zu schwefliger Säure, zum Theil bildet er aus dem Kalk Schwefelcalcium und das Quecksilber geht in die Verdichtungskammern. In der Rheinpfalz destillirt man aus Retorten in mit Wasser gefüllte Vorlagen.

In Böhmen erhitzt man den mit Hammerschlag gemengten Zinnober unter gußeisernen Glocken, die auf einem Kasten mit Wasser stehen. Der Sauerstoff des Hammerschlags bildet mit einem Theile des Schwefels schweflige Säure, das reducirte Eisen bildet mit dem andern Theile Schwefeleisen, das Quecksilber aber wird frei und sammelt sich unter dem Wasser.

Etagenofen zur Darstellung des Quecksilbers.

178.



Beim Etagenofen sind 2 Oefen mit einander verbunden durch eine gemeinschaftliche Hinterwand. Auf das durchlöcherte Gewölbe d legt man die größten Erzstücke, damit der Zug nicht gehindert wird, und füllt den übrigen Raum mit den kleineren Stücken bis zum Gewölbe e und den Raum ober e mit Schüsseln, welche die kleinsten Stücke des Erzes enthalten. Die zu diesem und dem unteren Raum e führenden Thüren werden vermauert und Brennmaterial auf den Rost a geworfen. Ist die Feuchtigkeit ausgetrieben, so erhitzt man bis zum Glühen, verschließt dann die Thüre des Schürloches und läßt den Ofen erkalten. Um hinreichend Luft zum Erze zu führen, sind unter dem Roste in dem Gemäuer c Canäle angebracht. Die heißen Gase gehen durch den Canal f und den Mantel g in die Kammer A, durch h nach A′, durch i nach A″ u. s. w. In der 7ten Kammer fließt bei x fortwährend Wasser aus dem Gefäße u über die Bretter x herab dem heißen Luftstrom entgegen und unten durch die Rinne g ab. In der Kammer D tritt die warme Luft oben durch den Camin o aus und unten bei s in den Camin p ein, dann aus diesem in die Kammer E und entweicht aus dieser durch den Camin q ins Freie. Findet man beim Oeffnen der Löcher z den Ofen gehörig erkaltet, so läßt man kalte Luft einströmen. Das Quecksilber verdichtet sich fast alles in den ersten 4 Kammern, fließt auf dem nach vorne geneigten Boden durch eine Oeffnung und sammelt sich außen in einer längs des Ofens hinlaufenden Rinne, die es ins Sammlungsgefäß führt. In B und B′ verdichtet sich fast nur Wasser. Das wenige Quecksilber sammelt sich mit Ruß verunreinigt in den Kapellen w w und wird bei der nächsten Destillation wieder in Schüsseln mit eingesetzt.

Destillation des Quecksilbers aus Retorten

Bei der Destillation haben entweder die eisernen Retorten und Vorlagen ganz die nämliche Form und Anordnung wie Thonretorten und Vorlagen bei der Darstellung der Nordhäuser Schwefelsäure (S. 70) oder es sind eiserne Cylinder von der Form der Gasretorten, die in Wasser ausmünden.

Die Destillation unter eisernen Glocken geschieht wie die Destillation des Silberamalgams (vergl. Amalgamation des Silbers). — und unter eisernen Glocken.

Das käufliche Quecksilber enthält immer fremde Metalle gelöst, wie Blei, Wismuth, Zink, welche eine schwarzgraue Oxydhaut bilden, die man entfernen kann, wenn man das Quecksilber durch ein mit Nadeln durchstochenes Papier laufen läßt. Von dem noch nicht oxydirten Theil der Metalle reinigt man es durch Destillation, jedoch geht auch hier ein kleiner Theil der Metalle mit über. Vollkommen wird es nur gereinigt, wenn man es mit concentrirter Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd schüttelt, wobei sich die fremden Metalle statt des Quecksilbers mit der Salpetersäure verbinden, filtrirt und trocknet unter der Luftpumpe.

Wichtigkeit. Am unentbehrlichsten ist das Quecksilber als ein Metall, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und zwar

1. als eine Flüssigkeit vom größten specif. Gew. zum Füllen der Barometer und als guter Wärmeleiter zum Füllen der Thermometer. Barometer mit Wasser gefüllt müßten $13^1/_2$mal so lang sein, um der Luft das Gleichgewicht zu halten, und Thermometer mit andern Flüssigkeiten als Quecksilber gefüllt, wären weniger empfindlich, und wegen unregelmäßiger Ausdehnung ungenau.

2. Als Auflösungsmittel für Gold und Silber, ohne zugleich wie die Säuren, andere Stoffe aufzulösen, dient es beim Ausbringen dieser Metalle aus einer großen Masse von Gebirgsart, aus der es sich durch sein bedeutendes specif. Gewicht wieder ohne Verlust sammelt. Solche Gold- und Silberauflösungen dienen auch zum Vergolden und Versilbern.

Eine große Menge des Quecksilbers dient zur Verfertigung der Spiegel, des Zinnobers und wichtiger Arzneimittel.

Verbindungen. Das Quecksilber wirkt auf den thierischen Organismus, wie das Blei, auf zweierlei Weise, je nachdem es nur in kleiner Menge, aber anhaltend darauf einwirkt, oder auf einmal in größerer Menge. In ersterer Beziehung wirkt die anhaltende Berührung mit metallischem Quecksilber in gewissen Geschäften, die Ausdünstung des Quecksilbers, Einreibung mit Quecksilbersalbe und längerer Gebrauch unlöslicher Quecksilberverbindungen wie Schwefelquecksilber und Chlorür als Arznei, ebenso auch Oxydul, das, wenn es sich im Magen verändert, durch dessen Salzsäure nur in Chlorür übergehen kann. Die Folgen einer langsamen Einwirkung sind Zittern der Gliedern, Speichelfluß, Mundgeschwüre und endlich der Tod durch Erschöpfung. Die auflöslichen Verbindungen, besonders die Oxydsalze, das Chlorid und das etwas in Wasser lösliche Oxyd gehören zu den stärksten scharfen Giften und tödten wie der Arsenik schon in kleinster Menge in kurzer Zeit. Das beste Mittel ist Eiweiß mit Wasser, im Nothfall Mehl und Wasser, Milch, Zuckerwasser. Auch vor dem Einathmen der Quecksilberdämpfe muß man sich hüten durch Abwenden des Gesichtes oder durch Umbinden eines feuchten Tuches um Mund und Nase.

Wichtige Verbindungen des Quecksilbers sind die Legirungen des Quecksilbers oder die Amalgame, das Oxydul und Oxyd, Schwefelquecksilber und einige Salze.

Die Amalgame sind breiartige oder wenigstens sehr weiche Legirungen, heißen daher auch **Quickbrei**.

Sie bestehen aus der chemischen Verbindung eines Metalls mit Quecksilber, aufgelöst in einem Ueberschusse von Quecksilber, welchen man durch Auspressen in Leder entfernen kann. Bei gewöhnlicher Temperatur halten sie das Quecksilber fest, manche sogar beim Glühen; die meisten lassen aber das

Quecksilber abdestilliren, während das andere Metall rein zurückbleibt. Das Quecksilber macht die Metalle spröde. Man erhält die Amalgame gewöhnlich dadurch, daß man das geschmolzene Metall in das erwärmte Quecksilber einrührt. Die Oberfläche der Metalle wird amalgamirt, wenn man sie mit etwas Quecksilber und verdünnter Schwefelsäure oder salpetersaurer Quecksilberoxydullösung reibt.

Die wichtigsten Amalgame sind das Zinnamalgam zur Spiegelfabrikation, das Gold- und Silberamalgam zur Darstellung des Gold und Silbers, zum Versilbern und Vergolden und das Zinkamalgam mit Fett gemengt für Elektrisirmaschinen.

Das Quecksilberoxydul, Hg_2O ist ein schwarzes Pulver, welches durch das Licht und bei 80° R. in Metall und Oxyd zerfällt. Man erhält es sogleich wasserfrei durch Fällen eines Quecksilberoxydulsalzes mit einem Alkali; es dient als Arzneimittel.

Das Quecksilberoxyd, HgO ist ein krystallinisches Pulver von scharlachrother, ins Ziegelrothe gehender Farbe und schwachem Metallgeschmack. Es ist etwas in Wasser löslich und wird beim Erhitzen vorübergehend schwarz, durch stärkere Hitze in Metall und Sauerstoff zersetzt. Das durch Fällung der Oxydsalze oder des Chlorids mit Alkalien erhaltene Quecksilberoxyd ist citrongelb, aber gleichfalls wasserfrei wie das rothe. Man erhielt es früher durch monatelanges Kochen des Quecksilbers in einem langhalsigen Kolben. Die Dämpfe oxydiren sich bei dieser Temperatur aus der Luft und Quecksilber schlägt sich nieder, weshalb das Quecksilber auch **rother Präcipitat** heißt. Leichter erhält man es durch Erhitzen eines Gemenges von salpetersaurem Oxyd mit metallischem Quecksilber, wobei der Sauerstoff der Salpetersäure das Quecksilber oxydirt und Stickstoff entweicht. Es dient als Arzneimittel und zur Darstellung des Sauerstoffs.

Schwefelquecksilber. Das Quecksilber bildet mit dem Schwefel zwei den Oxyden entsprechende Verbindungen, das Halb- und Einfachschwefelquecksilber, Hg_2S und HgS.

Das Halbschwefelquecksilber, Hg_2S ist ein schwarzes Pulver, welches entsteht durch Zersetzung der Quecksilberoxydulsalze und des Chlorürs durch Schwefelwasserstoff. Es findet aber keine Anwendung.

Das Einfachschwefelquecksilber, HgS bildet wie das Halbschwefelquecksilber ein schwarzes amorphes Pulver, welches aber durch Sublimation so wie durch Digestion mit Schwefelalkalien in die rothe krystallinische Abänderung übergeht, die unter dem Namen **Zinnober** bekannt ist. Der sublimirte Zinnober ist eine cochenillrothe krystallinische Masse von Diamantglanz. Auf nassem Wege und durch Zerreiben des krystallinischen erhält man ihn als ein scharlachrothes Pulver, welches sich beim Erhitzen vollständig verflüchtigt und nur von Königswasser und rother rauchender Salpetersäure aufgelöst wird. Natürlich findet sich der Zinnober bisweilen in rhomboedrischen Krystallen, gewöhnlich aber krystallinisch und erdig, d. h. pulverig.

Man erhält das Einfachschwefelquecksilber auf trocknem Wege durch Einrühren von Quecksilber in geschmolzenen Schwefel in der schwarzen Abänderung, welche sich durch Sublimation in Zinnober umwandelt. Auf nassem Wege bereitet man den Zinnober, indem man Quecksilber mit einer Auflösung von Fünffachschwefelkalium etwa $1^1/_2$ Stunden in der Wärme rührt, wodurch ein dunkelrothes Pulver entsteht, dieses nimmt aber durch Umrühren mit warmer schwacher Kalilauge eine lebhaft rothe Farbe an. Der Zinnober ist eine wegen seiner Schönheit und Unveränderlichkeit geschätzte Malerfarbe.

Wegen seiner Unlöslichkeit im Magensaft ist der Zinnober eine der am wenigsten giftigen Quecksilberverbindungen.

Der Zinnober ist blos in der Oelmalerei brauchbar, aber nicht für Aquarell, weil er nicht lasirt. Der chinesische geht mehr ins Carminrothe. In Mischungen verträgt er sich nicht mit Metallfarben, die schwarze Schwefelverbindungen bilden. So wird z. B. eine Mischung von Zinnober mit Bleiweiß schwarz. Für Siegellack und Oblaten ist blos der auf trocknem Wege bereitete anwendbar, der auf nassem Wege erhaltene wird beim Erhitzen schwarz.

Quecksilbersalze. Die neutralen Salze der farblosen Säuren und Salze sind farblos, die basischen gewöhnlich gelb oder röthlich. Die auflöslichen haben einen eigenthümlichen, höchst unangenehmen Metallgeschmack. Viele der letzteren werden durch größere Mengen Wasser in lösliche saure und unlösliche basische Salze, wenigstens beim Erhitzen, zersetzt.

Das salpetersaure Quecksilberoxydul, $Hg_2O,NO_5,2HO$ krystallisirt in kurzen Säulen, es ist in wenig Wasser vollkommen auflöslich, wird aber durch eine größere Menge Wasser zersetzt, zuerst fällt halbbasisches Salz ($3Hg_2O,NO_5,3HO$) als weißes Pulver nieder, dann gelbes einfach basisches Salz ($2Hg_2O,NO_5,HO$), während saures Salz in Auflösung bleibt. Bei Zusatz von etwas Salpetersäure wird es durch Wasser nicht zersetzt. Die Auflösung färbt die Haut und mehrere andere Stickstoffsubstanzen karmesinroth.

Man erhält das neutrale Salz durch Auflösen von Quecksilber in kalter überschüssiger, aber verdünnter Salpetersäure. Es dient zum Beizen der Haasenhaare. Sie verlieren dadurch ihre elastische Straffheit und werden so weich und biegsam, daß sie sich leicht in einander verschlingen oder filzen. Die Auflösung wirkt hier vorzüglich oder selbst ausschließlich durch ihre freie Säure. Man soll mit bloser verdünnter Salpetersäure eine noch bessere Wirkung erzielen, d. h. die Haare werden nicht so brüchig. Man benützt es ferner als Quickwasser, d. h. zum Verquicken oder Amalgamiren metallischer Oberflächen. Es löst sich etwas von dem Metall auf und das Quecksilber schlägt sich metallisch nieder. In Apotheken hält man die Auflösung zu chirurgischen Zwecken vorräthig, allein man versetzt sie da mit überschüssigem Quecksilber, um die Entstehung von Oxydsalz zu verhüten, welches viel heftiger wirkt als das Oxydulsalz, aber es wird dadurch allmälig in das halbbasische Oxydulsalz verwandelt, welches in großen farblosen Oktaedern auskrystallisirt. — Es dient auch zur Darstellung des Quecksilberoxydul und der übrigen Quecksilberoxydulsalze.

Das salpetersaure Quecksilberoxyd, HgO,NO_5 kommt blos als Auflösung vor, weil beim Verdunsten ein basisches Salz ($2HgO,NO_5$) in zerfließlichen Nadeln krystallisirt. Das einfachbasische wird durch Wasser in gelbes zweifach basisches ($3HgO.NO_5$) und dieses durch Auskochen mit Wasser in rothbraunes 5fachbasisches ($6HgO,NO_5$) verwandelt. Das neutrale wird erhalten, wenn man Quecksilber in concentrirter kochender und überschüssiger Salpetersäure auflöst, oder durch Auflösen des Quecksilberoxyds in Salpetersäure, und dient als Arzneimittel.

Das knallsaure Quecksilberoxydul oder Knallquecksilber Hg_2O,CyO erscheint in weißen wasserfreien Nadeln, welche niederfallen, wenn man erwärmte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit Weingeist versetzt. Man füllt damit die Zündhütchen[1]). Da aber dieselben sowohl bei der Anfertigung als bei der Aufbewahrung häufig Explosionen veranlassen, so ist man wieder zum chlorsauren Kali zurückgekehrt, welches schon früher zur Die Zündhütchen.

---

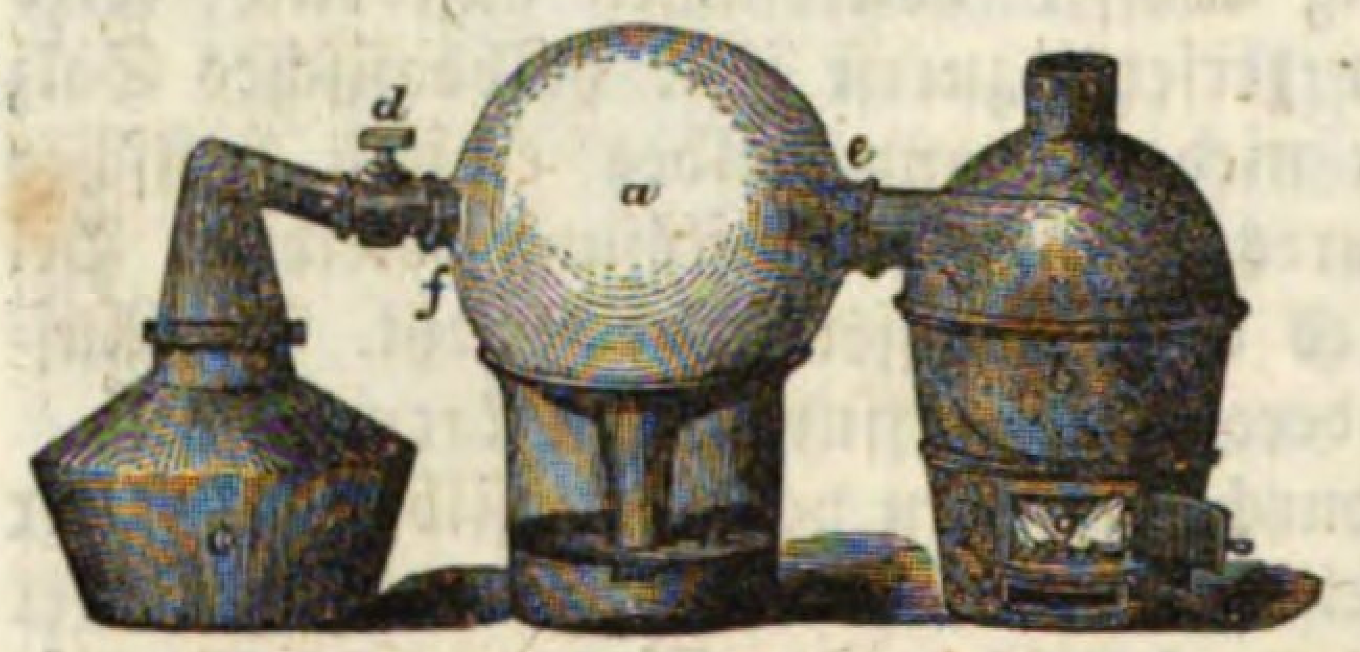
1) Erfunden im Jahre 1820 von dem französischen Büchsenmacher Deboubers.

Füllung derselben diente und zwar 5 Th. Salz gemengt mit 4 Th. Schwefelantimon. (Vgl. S. 86).

Das Quecksilberchlorür oder der Calomel, Hg_2Cl ist in sublimirtem Zustand eine strahlig krystallinische, diamantglänzende Masse, durch Fällung auf nassem Wege erhalten, ein schweres, weißes, in Wasser unlösliches Pulver. Es ist die unschädlichste aller Quecksilberverbindungen und bewirkt, auf einmal in größter Menge ($^1/_2$ Quint) genommen, blos Durchfall; einige Zeit fortgebraucht bewirkt es aber schon in den kleinsten Mengen Speichelfluß. Es findet sich selten in der Natur als Quecksilberhornerz. Man erhält es durch Sublimation eines Gemenges von Quecksilber und Quecksilberchlorid oder durch Fällung des salpetersauren Oxyduls mit Chlornatrium. Es ist eines der wichtigsten Arzneimittel.

179.

Henry's Apparat zur Darstellung des Calomels.



Seine Wirksamkeit ist um so größer, je feiner das Pulver ist. Man erhält es durch anhaltendes Reiben, weit leichter aber, wenn man es sogleich bei der Sublimation durch zugeleitete Wasserdämpfe zertheilt. Man leitet daher in den Kolben a die Calomeldämpfe aus der Retorte b und zugleich Wasserdämpfe aus der Destillirblase c. Der Calomel erscheint als weißer Niederschlag in dem Gefäße h.

Leichter erhält man ihn krystallinisch durch Fällen von Chlorid durch schweflige Säure.

Das Quecksilberchlorid oder der ätzende Sublimat, $HgCl$ bildet, durch Sublimation erhalten, rectanguläre Oktaeder, im Handel kommt es als krystallinische Kuchen von körnigem Bruch vor, aus Auflösungen krystallisirt es in 4seitigen Säulen. Es löst sich in 18 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser, leichter in Weingeist und Aether auf und wird durch organische Körper, namentlich bei Einwirkung des Lichtes zu Chlorür reducirt. Man erhält es durch Sublimation eines Gemenges von gleichen Theilen schwefelsaurem Oxyd und Chlornatrium, wobei schwefelsaures Natron zurückbleibt. Man benützt es in der Medicin zur Darstellung verschiedener Quecksilberverbindungen und in der Kattundruckerei.

Jodquecksilber. Das Jodür, Hg_2I ist ein gelbgrünes, in Wasser und Weingeist und bei gewöhnlicher Temperatur auch in Salzauflösungen unlösliches Pulver. Das Jodid, HgI ist ein scharlachrothes Pulver, löst sich etwas in Wasser, leichter in Säuren, Alkalien und mehreren Salzlösungen, auch in Weingeist und Aether. Man erhält das Jodür durch Zusammenreiben von 2 Atomen, das Jodid durch Zusammenreiben von 1 At. Quecksilber mit 1 At. Jod, oder durch Fällen von Oxydul- und Oxydsalz mit Jodkalium. Sie dienen als Arzneimittel und verhalten sich als solche wie Chlorür und Chlorid. Das Jodid dient bisweilen als Wasserfarbe, ist aber als Oelfarbe unbrauchbar, weil es von organischen Stoffen zersetzt wird. Es ist noch feuriger als Zinnober, aber mehr gelb und ziemlich theuer.

Ausmittlung des Quecksilbers. Um die Dünste des metallischen Quecksilbers in einem Raume zu ermitteln, bringt man eine Goldmünze oder ein Goldblättchen dahin, welches sich bald scheinbar versilbert. Die Quecksilberverbindungen sind beim Erhitzen sämmtlich mit oder ohne Zersetzung flüchtig und geben in einer Glasröhre einen grauen Anflug, der sich zu einem Tropfen vereinigen läßt. Mit etwas Wasser auf Kupferblech gerieben versilbert oder amalgamirt sich dieses. Die Oxydulsalze geben mit Chlornatrium

einen weißen Niederschlag von Chlorür, welcher sich von Chlorsilber dadurch unterscheidet, daß er sich in Ammoniak nicht auflöst, sondern davon schwarz (eine Verbindung von Quecksilberchlorür mit Quecksilberamid) wird. Aetzende Alkalien fällen die Quecksilberoxydulsalze schwarz, Jodkalium gelbgrün. Die Quecksilberoxydsalze geben mit Kali, Natron und Kalkwasser zuerst einen braunrothen, dann citrongelben Niederschlag (zuerst basisches Salz, dann Oxyd), Ammoniak aber einen weißen (Verbindungen der verschiedenen Salze mit Quecksilberamid). Mit kohlensaurem Kali und Natron geben sie einen ziegelrothen Niederschlag von basischem Salz, mit Jodkalium einen scharlachrothen von Jodid.

Silber.

Das Silber, Ag krystallisirt wie die meisten Schwermetalle in Würfeln und Oktaedern, ist das weißeste Metall, der höchsten Politur fähig, von 10,5 specif. Gew., weicher als Kupfer, hat nach dem Gold die größte Dehnbarkeit, übertrifft aber dieses noch an Zähigkeit, hat einen hackigen, sehnigen Bruch und einen hellen Klang. Es ist nach dem Gold und Platin der beste Wärmeleiter und im reinen Zustande nach dem Kupfer (mit etwas Kupfer legirt aber unter allen Metallen) der beste Leiter der Elektricität. Es schmilzt bei starker Rothglühhitze, jedoch leichter als Kupfer. An der Luft oxydirt es sich nicht, absorbirt zwar beim Schmelzen Sauerstoff, läßt ihn aber beim Erstarren plötzlich unter Aufspritzen wieder fahren. Man nennt dies das **Spratzen** des Silbers. Durch Schwefelwasserstoff überzieht es sich aber leicht mit einer schwarzen Schichte von Schwefelsilber. Von Pflanzensäuren wird reines Silber nicht angegriffen, von concentrirter Salzsäure wird es nur oberflächlich in Chlorsilber verwandelt, von Salpetersäure und heißer Schwefelsäure wird es leicht gelöst.

Vorkommen. Das Silber findet sich in der Natur gediegen, mit Schwefel als Silberglanz oder Glaserz (AgS), mit Chlor als Silberhornerz, mit Antimon im Spiesglanzsilber und mit Schwefelantimon oder Schwefelarsenik als Rothgiltigerz ($3AgS, SbS_3$ und $3AgS, AsS_3$) und Sprödglaserz (ebenso, aber 6AgS), ferner bildet es häufig einen zufälligen Gemengtheil anderer Erze, z. B. des Bleiglanzes, des Fahlerzes, Kupferkieses und Kupferglanzes.

Die Darstellung des Silbers aus seinen Erzen kann auf verschiedene Weise geschehen:

I. Auf nassem Weg. Diese geschieht entweder
   1. durch Amalgamation oder Ausziehung des Silbers durch Quecksilber für die eigentlichen Silbererze.
   2. Durch Extraction, oder Ausziehung des Silbers als Salz für silberarme Kupfererze, oder
   3. durch Auflösung.

II. Auf trocknem Weg. Zu diesem gehören folgende Methoden
   1. das Verbleien für reichhaltige Kupfererze,
   2. die Saigerarbeit für ärmere,
   3. die Treibarbeit für silberhaltige Bleierze.

Die Amalgamation ist 1. die europäische oder Freiberger, 2. die americanische.

Bei der Freiberger Amalgamation mengt man die gepochten Erze mit Chlornatrium und röstet. Antimonoxyd und arsenige Säure werden verflüchtigt, der Schwefel bildet als Schwefelsäure mit dem Natrium des Chlornatriums schwefelsaures Natron. Das Chlor verbindet sich mit dem Silber

zu Chlorsilber. Das geröstete Erz wird fein gemahlen, in horizontal liegende Fässer gebracht, welche sich um ihre Axe drehen. Man zertheilt es darin mit Wasser zu einem gleichförmigen Brei, setzt dann Quecksilber und Blättchen von Schmiedeisen zu und erhält das Faß mehrere Stunden in drehender Bewegung. Das Chlor des Chlorsilbers geht an's Eisen, das Silber und die es begleitenden Metalle an's Quecksilber. Von dem entstandenen Amalgam wird das überschüssige Quecksilber in Zwillichbeuteln abgepreßt.

Man bringt es hierauf auf eiserne Teller in mit Wasser gefüllte Kasten, stürzt eine eiserne Glocke darüber, und macht Feuer darum. Das Quecksilber verflüchtigt sich und sammelt sich dann unter dem Wasser, das Silber aber bleibt mit den andern Metallen als poröse Masse zurück, wird dann in Graphittiegeln unter Kohlenbedeckung umgeschmolzen und nach der Entfernung der Orydbecke, welche die fremden Metalle bilden, in eiserne Formen zu Barren gegossen.

Silberamalgamirmühle.

180.

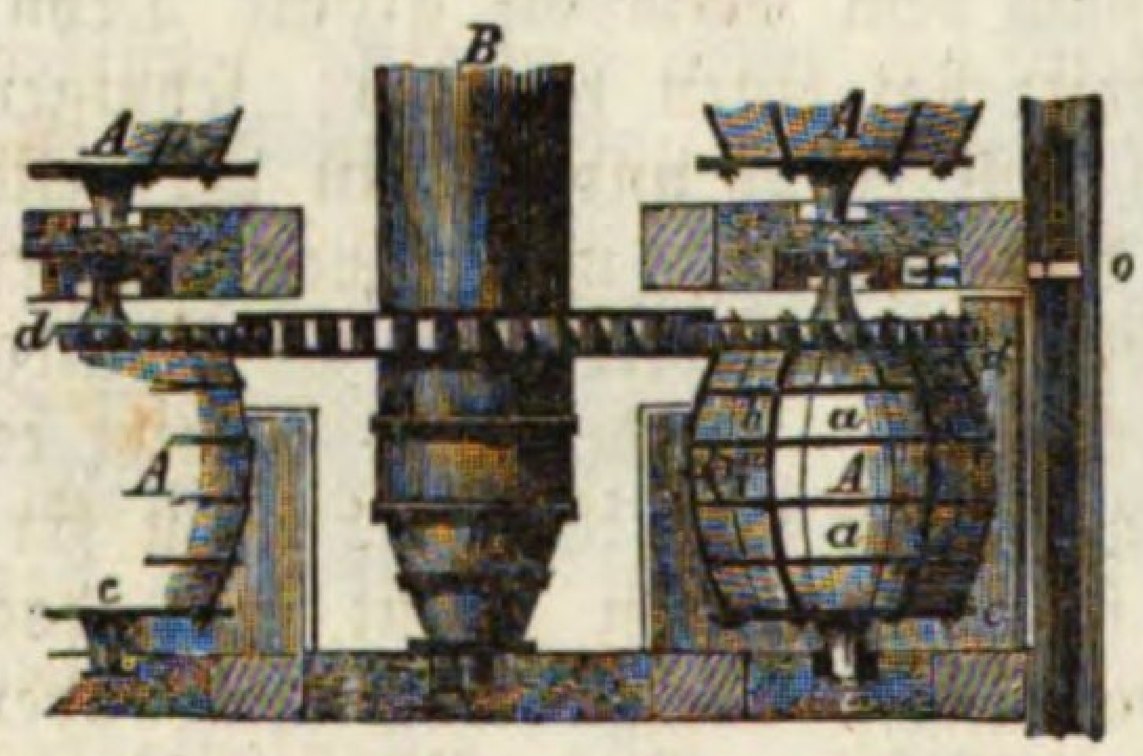
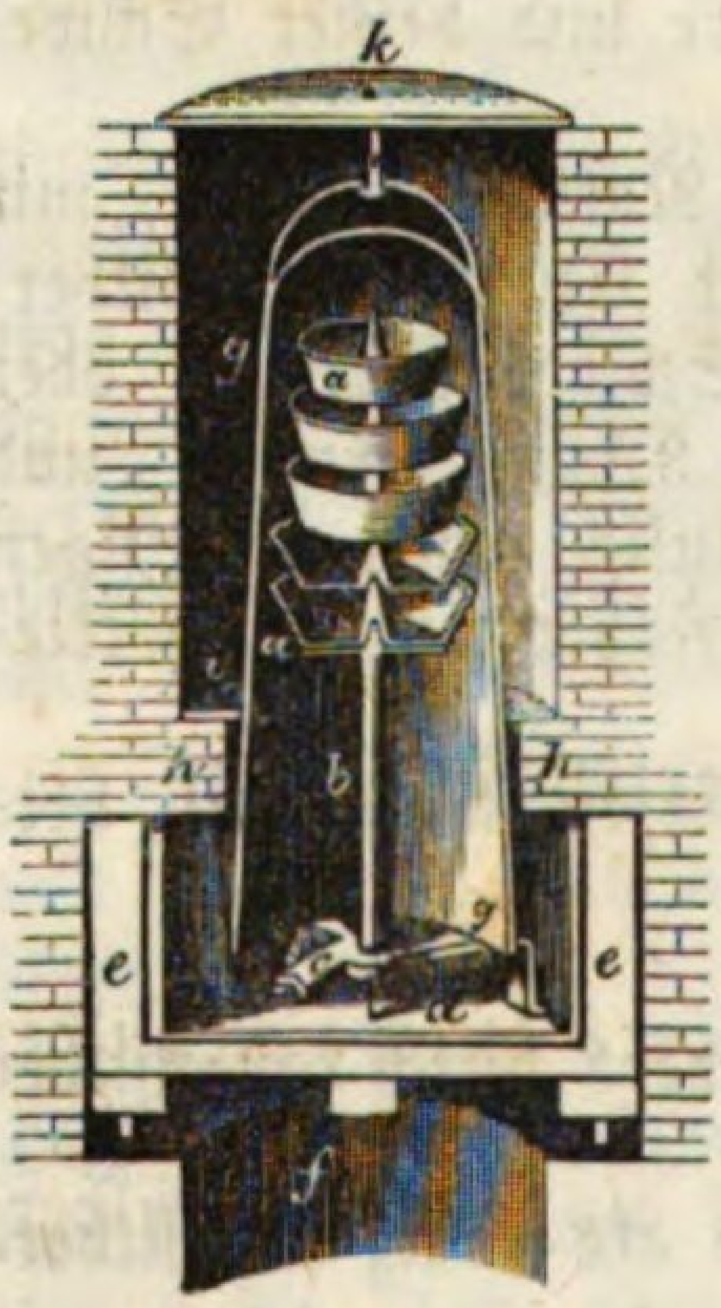


Fig. 180 zeigt einen Theil einer Amalgamirmühle im Grundriß. Die Böden der Fässer A sind mit eisernen Scheiben belegt, diese werden durch 6 eiserne Schienen zusammengehalten, welche sich durch Schrauben anziehen lassen. An die Scheiben sind die Zapfen i angegossen und an eine derselben die Zähne d, in die das Rad der Welle B eingreift. Durch die Schraube o kann das Zapfenlager i so weit fortgerückt werden, daß bie Zähne der Räder nicht mehr in einander greifen.

Destillation des Amalgams.

181.



Das Amalgam liegt auf den Tellern a, wovon jeder auf die Tille des andern und der letzte auf die der Stange b gesteckt wird, welche in einem Dreifuß befestigt ist. Der Dreifuß steht in einem eisernen Gefäße d und dieses in einem vierkantigen hölzernen Kasten e, in dessen Boden 2 Röhren befestigt sind. Die obere geht fast bis an die Oberfläche des Kastens und dient zum Abfließen des heißen Wassers in ein unterstehendes Gefäß, wenn kaltes Wasser nachfließt. Die andere geht nur etwas über den Boden und dient zum Ablassen des sämmtlichen Wassers, wenn man das Quecksilber herausnehmen will. Die Glocke g steht auf dem Dreifuß und ist durch Wasser abgesperrt. Auf den Mauervorsprung h legt man einen eisernen Ring i, verschließt die vorne befindliche Thüre, füllt den Raum g zwischen Mauer und Glocke mit glühenden Kohlen und legt den Deckel k auf, der in der Mitte ein Zugloch hat. In der Hinterwand sind gleichfalls 2 Zuglöcher.

Die americanische Amalgamation ist gebräuchlich in Merico, Peru, Chile und Neuspanien. Man pocht die Erze (hauptsächlich Rothgiltigerz und Fahlerz, seltner Hornerz und gediegenes Silber), mahlt sie mit Wasser zum dünnen Brei, den man zuerst mit geröstetem Kupferkies (Incorporation des Magistrals) und dann mit Quecksilber in geplatteten Räumen mittelst Treten durch Menschen oder Pferde 2 — 5 Monate zusammenknetet, wäscht ihn dann in Cisternen, um das Amalgam zu scheiden und preßt und destillirt das letztere.

Der Kupferkies verwandelt sich durch Rösten in schwefelsaures Kupfer- und Eisenoxyd, welche sich mit dem Chlornatrium in Chloride und schwefelsaures Natron umsetzen. Diese Chloride verwandeln das metallische Silber

in Chlorsilber, indem sie selbst in Chlorür übergehen. Das feuchte Schwefelsilber oxydirt sich bei der Sommerwärme in schwefelsaures Oxyd. Dieses setzt sich mit dem Chlornatrium in Chlorsilber um. Das Quecksilber bildet mit dem Chlorsilber Quecksilberchlorür und Amalgam und das überschüssige Kupferchlorid mit dem Quecksilber Kupferchlorür und gleichfalls Quecksilberchlorür.

Beim Freiberger Verfahren ist der Aufwand an Brennstoff größer, aber der Quecksilberverlust kleiner als beim americanischen.

Die Extraction geschieht entweder nach der Methode von Augustin oder nach der Methode von Ziervogel.

Die Methode von Augustin besteht darin, daß man das durch Rösten mit Kochsalz erzeugte Chlorsilber durch Kochsalzlösung auszieht. Sie ist aber wenig mehr in Gebrauch, weil sie nur für gewisse Erze paßt und einen beträchtlichen Verlust an Silber bewirkt.

Die Methode von Ziervogel hat die vorige verdrängt und beruht darauf, daß beim Rösten silberhaltiger Kupfersteine zuerst schwefelsaures Eisenoxydul, schwefelsaures Zink- und Kupferoxyd entstehen, schwefelsaures Silberoxyd aber erst bei einer Temperatur, wobei erstere schon ihre Säure verloren haben. Sie bleiben daher beim Auslaugen des schwefelsauren Silberoxyds mit heißem Wasser als Oxyde zurück. Die Methode ist einfacher und daher billiger, eignet sich jedoch nur für reinere Steine, die Röstung ist schwer ausführbar und die Rückstände sind gewöhnlich reicher als bei der Methode von Augustin.

Auch durch Ammoniak und unterschwefligsaures Natron hat man das Chlorsilber auszuziehen versucht.

Durch das Verbleien wird silberreichen Kupfererzen, besonders Fahlerzen durch Bleiglätte oder Bleierz das Silber entzogen. Man röstet sie schwach und schmilzt sie mit 3 bis 6 Theilen geröstetem Bleiglanz in einem Hohofen nieder.

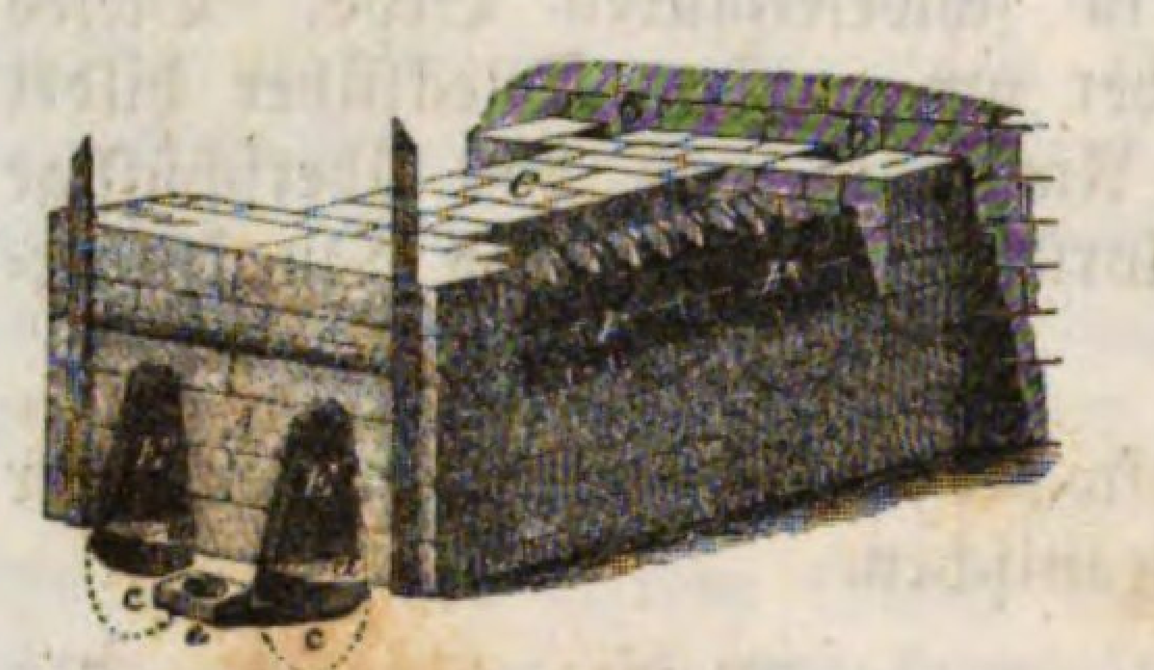
Man erhält dabei silberhaltiges Blei, wovon man das Silber durch Abtreiben (S. 158) trennt, und einen silberhaltigen Kupferstein, den man nochmals mit Bleiglanz entsilbert und dann auf Schwarzkupfer verarbeitet.

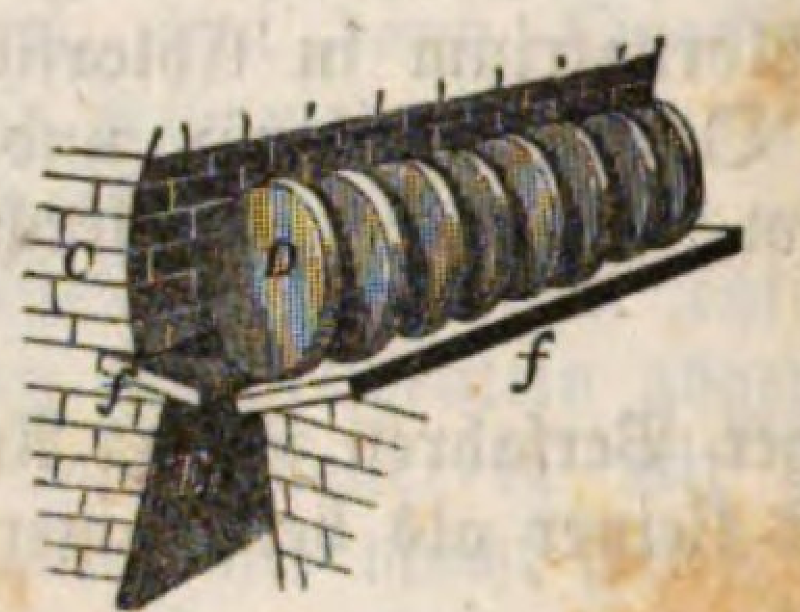
Das Abtreiben wird abgekürzt und Blei erspart durch das Pattinsoniren, indem man das silberhaltige Blei sehr langsam abkühlt. Es scheiden sich silberärmere Krystalle aus, während der Silbergehalt des noch flüssigen Bleies zunimmt. Oder man zieht nach dem Verfahren von Parkes das Werkblei durch Zink aus. Man trägt in das geschmolzene Werkblei 5% geschmolzenes Zink und rührt um. Das Zink legirt sich nicht mit Blei, entzieht ihm aber das Silber und steigt an die Oberfläche, wo man den erstarrten Zinkkuchen abhebt, das Zink durch Destillation vom Silber trennt und dann das Silber mit Blei abtreibt.

Die Saigerarbeit wird nicht mit den silberarmen Kupfererzen selbst, sondern mit dem daraus gewonnenen Schwarzkupfer vorgenommen. Man schmilzt es mit 3—4 Theilen Blei oder Bleiglätte zusammen, bildet scheibenförmige Stücke daraus, stellt sie mit der Kante auf einen **Saigerheerd**, dessen Boden nach der Mitte geneigt und daselbst durch eine Spalte getrennt ist, umgiebt sie mit glühenden Kohlen. Das Blei schmilzt mit dem Silber zusammen und fließt aus der Heerdspalte in untergesetzte Tiegel, während das Kupfer ungeschmolzen auf dem Heerde zurückbleibt. Das Silber wird durch Treiben gereinigt.

182. 183.

Der Saigerofen.





Man schmilzt Kupfer und Blei in einem kleinen Schachtofen nieder und läßt die Legirung aus dem Vortiegel in eiserne Formen fließen, so daß man runde Scheiben **(Saigerstücke)** erhält.

D sind die Saigerstücke. E die **Saigerbänke**, zwei gegen einander geneigte Mauern mit eisernen Platten von gleicher Neigung f f, den **Saigerscharten** bedeckt, welche so weit von einander abstehen, daß eine Spalte bleibt. Sie bilden mit der Rückwand b b den **Saigerheerd**. Die Blei-Silberlegirung fließt von der Spalte in die **Saigergasse** E, deren Boden a a mit Eisen- oder Steinplatten belegt, vorne abschüssig und in der Mittellinie vertieft ist) und von da in den Tiegel c c, aus dem man sie in die Form e gießt. Die Kohlen werden nach außen durch Eisenbleche, **Saigerbleche** oder durch Blechthüren F zusammengehalten. b b sind Zuglöcher.

Um aber das Silber vollkommen oder chemisch rein, besonders frei von Kupfer zu haben, löst man es in Salpetersäure auf und fällt das Silber durch Chlornatrium als Chlorsilber, während das Kupfer gelöst bleibt. Das Chlorsilber wird gut ausgewaschen, getrocknet und in schmelzende Pottasche oder Soda eingetragen, es entsteht Chlorkalium oder Chlornatrium und regulinisches Silber. Oder man versetzt das Chlorsilber mit Salzsäure (oder Eisenchlorür) und legt Eisenstücke hinein, wodurch es reducirt wird, und schmilzt das Silberpulver zusammen.

Wichtigkeit. Das Silber ist vorzüglich wegen seiner Schönheit und leichten Verarbeitbarkeit geschätzt, d. h. wegen seiner Weiße, wegen seines luftbeständigen Glanzes und seiner außerordentlichen Geschmeidigkeit. Deshalb und wegen seiner verhältnißmäßigen Seltenheit hatte es von jeher einen hohen Werth.

Es wird daher besonders zu Münzen, Luxusgegenständen und Speisegeräthen, so wie zur Versilberung und Plattirung benützt. Wegen seiner größeren Härte und geringeren Schwere eignet es sich zu Geräthen noch besser als Gold. Es dient auch zu chemischen Geräthschaften, doch ist diese Anwendung wegen seiner Leichtschmelzbarkeit und Angreifbarkeit von mehreren Säuren auf die Verarbeitung alkalischer Substanzen beschränkt, weil es davon weniger angegriffen wird als Platin. Silber von dem Kupfergehalte, wie man es gewöhnlich verarbeitet, wird jedoch schon von Essig angegriffen und kann dadurch ebenso gut wie das Neusilber eine Kupfervergiftung herbeiführen, denn das Kupfer wird in der Silberlegirung viel leichter von Säuren angegriffen als für sich.

Die edlen Metalle wie das Silber eignen sich vorzüglich deshalb zu Münzen, weil solche Münzen nicht willkürlich vermehrt werden können, daher einen ziemlich unveränderlichen Werth im Verhältniß zu den Handelswaaren besitzen. Man erkennt ihre Verfälschung leicht, sie verderben nicht, nützen sich wenig ab, haben bei kleinem Volum großen Werth und verlieren denselben, auch wenn sie außer Curs kommen, nicht.

Reines Silber wird blos zu Blattsilber, zum Plattiren und Versilbern und zu chemischen Zwecken verarbeitet. Für Gegenstände, die der Abnutzung unterworfen sind, wie Münzen, Gefäße u. s. w. ist es zu weich und wird daher mit Kupfer legirt. Den **Feingehalt** des legirten Silbers (bei Münzen Korn genannt, das ganze Gewicht der Münze heißt Schrot) bestimmt man nach Lothen und Gran, die in der rauhen Mark (d. h. in $^1/_2$ ℔ der Legirung)

enthalten sind. Die Mark [1]) hat 16 Loth und das Loth 18 Grän. Das Silber heißt so viel löthig, als es Lothe reines Silber in der Mark enthält. Das Silber der Münzen ist 2= bis 15=, das der Geräthe 12= bis 14=löthig [2]).

Man probirt das Silber auf Löthigkeit oder Feingehalt entweder durch den Probirstein, durch Kupellation oder durch die nasse Probe.

Der Probirstein ist ein matt geschliffener Basalt oder Kieselschiefer. Man macht mit dem zu prüfenden Silber einen Strich darauf und vergleicht ihn mit dem einer Probirnadel von bekannter Löthigkeit, deren man solche von 1= bis 16löthigem Silber hat.

Der Probirstein muß 1. tief schwarz sein, weil sich die helle Farbe des Metalls am besten auf dunklem Grunde ausnimmt und 2. von solcher Härte, daß er nicht vom Metalle geritzt wird, weil die hellere Farbe der geritzten Stellen leicht Täuschungen veranlaßt. Beiden Anforderungen entspricht der schwarze Kieselschiefer am meisten.

Die Kupellation besteht darin, daß man ein gewogenes Stück Silber auf einer Kapelle, d. h. auf einem flachen Schälchen aus ausgelaugter Holzasche und etwas Knochenerde mit einer entsprechenden Menge Blei in der Muffel eines Probirofens abtreibt und dann wieder wiegt.

184.



Das Abtreiben im Kleinen oder Kupelliren. **Die Kapellen.**

Die **Kapellen** oder Kupellen sind kleine poröse Gefäße aus Knochenasche mit kugelförmiger Vertiefung von 3/4 bis 1 1/2'' Durchmesser f f, welche man dadurch erhält, daß man die **Nonne** N, einen hohlen Messingcylinder von abgestumpfter Kegelform mit beweglichem Boden B von Blei mit einem Teig aus feiner Knochenasche mit Wasser füllt, den etwas mit Oel bestrichenen **Mönch** M, einen Stempel von Stahl oder Messing fest aufdrückt und dann die Kapelle sammt dem Boden B durch ein cylindrisches Holz herausstößt. Sie werden anfangs bei gelinder, später bei Glühhitze getrocknet.

186.



185.



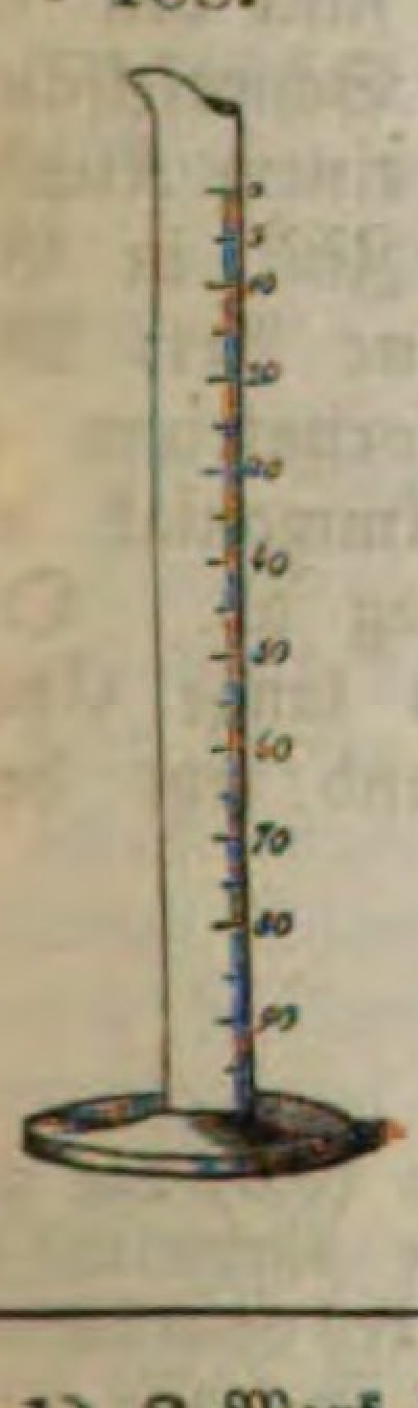
187.



Der Probirofen oder Muffelofen.

Die Kapellen mit den Silberproben werden in einer Muffel Fig. 185 erhitzt, nachdem man sie bei P in den thönernen Muffelofen Fig. 186 und 187 eingeschoben. A ist der Aschenfall mit dem Rost, B der Feuerraum, C die Haube, **Kuppel** oder der Dom, welcher in 2 Ausschnitten e festsitzt. Die blecherne Zugröhre F dient zur Verstärkung, die Klappe u. der Schieber H derselben, sowie die untere Oeffnung des Ofens A und das Windloch der Muffel P zur Regulirung des Feuers. Bei D werden Kohlen nachgeschüttet. Auf die Gallerie G setzt man die Kapellen zum An- oder Abwärmen.

188.



Die nasse Probe ist die genaueste. Man löst das Silber in Salpetersäure und sieht wie viel man von einer gewogenen oder in einem calibrirten Cylinder Fig. 188 gemessenen Chlornatriumlösung von bekanntem Gehalt zur Fällung braucht.

---

1) 2 Mark sind 1 Münzpfund. 1 bayr. Münzpfund ist = 1,3 bayr. Medicinpfund.

2) So haben z. B. die Laubthaler 14 Loth 9 Grän, die Guldenstücke und Fünf=

Eine solche Probe heißt auch **Titrirmethode** vom französischen Titre Titel, Aufschrift oder Gehalt einer Münze.

Beim Plattiren versilbert man ein Kupferblech oder einen Kupferstab, belegt sie dann mit dünnem Silberblech und streckt sie glühend durch Walzen oder Ziehen bis zur gehörigen Dünne.

Das Versilbern unterscheidet sich vom Plattiren, daß beim Versilbern nur eine ganz dünne Silberschichte aufgetragen wird. Die Versilberung ist entweder mechanisch oder chemisch.

Die mechanische besteht darin, daß man die Gegenstände zuvor mit Firniß oder Leim bestreicht und dann Blattsilber aufträgt.

Die chemische Versilberung zerfällt in die heiße, kalte, nasse und galvanische. Die Gegenstände werden zuvor mit verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure blank gebeizt und Eisen wird vorher verkupfert.

Man taucht das Eisen in mit 3 Th. Wasser verdünnte Salzsäure, der man einige Tropfen Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zugesetzt hat, reibt ab, setzt etwas mehr schwefelsaures Kupferoxyd zu und taucht wieder ein.

Die heiße oder Feuerversilberung ist die dauerhafteste und wird meist für Kupfer, Messing und Tombak gebraucht. Man bestreicht entweder die Gegenstände mit Hilfe von Quickwasser (salpetersaures Quecksilberoxydul) mit Silberamalgam, verflüchtigt das Quecksilber durch Erhitzen über Kohle und entfernt das entstandene Kupferoxyd durch Kochen mit einer Lösung von Weinstein und Chlornatrium. Oder man bestreut die mit Chlornatriumlösung befeuchtete Waare mit einem Gemenge von Silberpulver, Chlorsilber und Borax und erhitzt zum Rothglühen, wobei das Chlorsilber von Metall zersetzt wird, und das Silber schmilzt mit seiner Unterlage zusammen. Dies wird zur Verstärkung wiederholt.

Die kalte Versilberung ist weniger dauerhaft. Man reibt den Gegenstand mit einem Kork, der in ein Gemenge von Chlorsilber, Chlornatrium, Schlemmkreide, Pottasche und Wasser getaucht ist, bis er weiß ist.

Die nasse Versilberung heißt auch **Silbersud.** Man kocht den Gegenstand mit Wasser, Chlorsilber, Chlornatrium, Weinstein, bis er weiß ist.

Die galvanische Versilberung geschieht in einem ähnlichen Apparat wie die Galvanoplastik, man hängt einen unten mit Thierblase verschlossenen Glascylinder senkrecht in ein beliebiges Gefäß auf, füllt den Cylinder mit der Silberlösung und das Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure, hängt den zu versilbernden Gegenstand in die Silberlösung an einem Kupferdraht, der mit einem in der Schwefelsäure befindlichen Stück Zink in Verbindung steht. Die Silberauflösung erhält man auf verschiedene Art: Man kocht kupferhaltiges Silber in Salpetersäure, fällt es mit Chlornatrium als Chlorsilber, wäscht es aus, kocht es mit Blutlaugensalz, Ammoniak und Wasser längere Zeit und filtrirt dann den braunen Niederschlag ab. Oder man setzt zu einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd so lange Cyankalium, bis sich der entstehende Niederschlag wieder auflöst und setzt dann kohlensaures Natron bis zur alkalischen Reaction zu.

---

frankenstücke 14.7, die Kronthaler 13.17, die Conventionsthaler 13.6, die ganzen preuß. Thaler 12, die Drittel 10.12, die Sechstel 8.6, die österreichischen Zwanziger 9.6, die Zehner 8 Loth Feingehalt. Der Feingehalt des verarbeiteten Silbers ist in Bayern 13 Loth. Das franz. Münzsilber enthält in 1000 Theilen 900, das engl. 925, das american. (der Vereinstaaten) 892,43, die franz. Bijouteriewaaren 950 Silber.

Glastafeln, (**Silberspiegel**) werden durch Silberoxydammoniak versilbert, dessen Lösung man beim Gebrauch mit einer Reductionsflüssigkeit versetzt. Als Reductionsflüssigkeit dienten früher Auflösungen von ätherischen Oelen, wie Cassia- oder Nelkenöl in Weingeist. Die Versilberung wurde aber davon bald fleckig. Man wendete daher später die Auflösung eines weinsauren Salzes (Seignettesalz) oder Milchzuckerauflösung an. Erstere wirkt nur an der Wärme (bei 40—48° R.), letztere wirkt in der Kälte und giebt mehr Glanz. Noch besser eignet sich das oxyweinsaure Silberoxyd als Reductionsflüssigkeit, welches durch anhaltendes Kochen von weinsaurem Silberoxyd mit Wasser entsteht. Es ist ein auflösliches Salz, während das weinsaure Silberoxyd unlöslich ist. Es wirkt ebenfalls kalt und sehr schnell. Bei der Versilberung mischt man die Reductionsflüssigkeit mit der Versilberungsflüssigkeit, welche aus salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak besteht. Das eingelegte Glas ist in 10 Minuten versilbert. Die Versilberung wird galvanisch verkupfert und dann gefirnißt, weil sie sonst durch Schwefelwasserstoff leidet.

Die Darstellung der Silberspiegel ist unschädlich für die Gesundheit der Arbeiter und die Spiegel leiden nicht durch Sonnenlicht und Feuchtigkeit, allein ihre Darstellung gelingt bei großen Flächen selten so vollkommen, daß nicht einzelne matte Flecke entstehen. Die Versilberung ist zu weiß mit gelblichem Ton, zeigt nicht den dunkeln Metallglanz der Quecksilberspiegel mit bläulichem Ton und seitdem der Preis des Quecksilbers bedeutend gefallen ist, spricht auch der Preis nicht mehr zu Gunsten dieser Spiegel. Doch bestehen bereits Fabriken.

Galvanisch versilberte Messing- und Neusilberwaaren, namentlich Speisegeräthe, kommen im Handel nach dem Namen eines Pariser Fabrikanten als Métal Cristofle vor. Enthält solches Neusilber 2% Silber, so heißt es Chinasilber, Perusilber oder Alpaca.

Das **Weißsieden** des Silbers dient dazu, kupferhaltigem Silber, z. B. den Münzen, die Farbe des reinen Silbers zu ertheilen, indem man es mit einem Ueberzug desselben versieht. Man glüht den Gegenstand, um das Kupfer an der Oberfläche zu oxydiren und löst hierauf das Oxyd auf, indem man den ersteren mit verdünnter Schwefelsäure, oder einer Lösung von 1 Th. Weinstein und 2 Kochsalz in 40 Wasser kocht.

Die Verbindungen des Silbers gehören zu den scharfen Giften. Kochsalz mit schleimigen Dingen ist das beste Gegenmittel. — Die wichtigsten Verbindungen sind das Amalgam und die Blei- und Kupferlegirung, wovon bereits die Rede war, das salpetersaure und schwefelsaure Oxyd und das Chlorsilber.

Das Silberoxyd, AgO hat für sich keine Anwendung.

Das Silberoxydammoniak oder Knallsilber, welches wegen seiner Gefährlichkeit noch nicht untersucht worden ist, bildet ein schwarzes Pulver, das mit harten Körpern berührt schon in feuchtem, in trockenem Zustande aber schon durch die Berührung mit einer Feder, und selbst in den Händen erfahrener Chemiker lebensgefährliche Explosionen verursacht hat. Man erhält es durch Fällung des salpetersauren Silberoxyds mit Kalkwasser, wäscht das Silberoxyd aus und digerirt es mit Ammoniak. Es entsteht demnach auch leicht zufällig, wenn man zu Silbersalzlösungen Ammoniak oder ein Ammoniaksalz und Kali, Natron oder Kalk setzt. Man benützt es zu Knallerbsen, Knallfidibus und andern gefährlichen Spielereien. Gold und Platin bilden ähnliche Verbindungen.

Die Silbersalze der farblosen Säuren und Haloide sind farblos.

Die auflöslichen haben einen sehr unangenehmen Metallgeschmack. Sie werden bei Glühhitze und im Sonnenlichte unter Abscheidung von schwarzem Oxydul (Ag_2O) zersetzt, sie schwärzen daher die Haut und müssen in vor dem Lichte geschützten Gefäßen aufbewahrt werden. Sie werden alle von Aetzammoniak gelöst und die Neutralsalze röthen nicht, wie die der anderen Metalle, die blaue Lackmusfarbe.

Ausmittlung. Das Silber wird aus seinen auflöslichen Salzen von Chlor, Salzsäure oder Chlornatrium als weißer, käsiger Niederschlag von Chlorsilber gefällt, welcher sich durch seine Auflöslichkeit in Ammoniak von Blei und Quecksilber unterscheidet. Vor dem Löthrohr auf Kohle werden die Silbersalze erst durch stärkere Hitze zersetzt und geben ein weißes, glänzendes leicht abplattbares Metallkorn. Chlorsilber wird nicht durch Kohle, sondern durch kohlensaures Natron reducirt.

Probe auf ächte Versilberung. Um Silber oder Versilberung von andern ähnlichen Metallen zu unterscheiden, bringt man 1 Tropfen mit 2 Th. conc. Schwefelsäure versetzter Lösung von 2fach chromsaurem Kali darauf. Das Silber färbt sich augenblicklich carminroth von chromsaurem Silberoxyd. Neusilber, Kupfer, Zink und andere Metalle werden zwar angegriffen, aber nicht roth. Bei überwiegendem Kupfergehalt zeigt natürlich das Silber die Reaction nicht mehr.

Das salpetersaure Silberoxyd oder der Höllenstein, AgO,NO_5 krystallisirt aus Auflösungen in wasserfreien rhombischen Tafeln, nach dem Schmelzen erscheint es als krystallinische Salzmasse. Es löst sich in 1 Th. kaltem und $^1/_2$ heißem Wasser auf. Man löst kupferhaltiges Silber in Salpetersäure auf, dampft ab und schmilzt. Das salpetersaure Kupferoxyd verliert dabei seine Salpetersäure und läßt Kupferoxyd zurück, welches beim Auflösen des salpetersauren Silberoxyds in Wasser ungelöst bleibt. Das salpetersaure Silberoxyd wird dann zur Krystallisation abgedampft oder zur Trockne, dann nochmals geschmolzen und in Stangenform Fig. 189 gegossen.

189.



Wichtigkeit. Es dient in der Chemie als Reagens auf Chlor und Chlorverbindungen und zur Abscheidung des Chlors von andern Körpern. Obgleich das salpetersaure Quecksilberoxydul das Chlor eben so vollkommen niederschlägt, wird doch das Silbersalz zu diesen Zwecken vorgezogen, da das Metall aus dem Chlorsilber leichter wieder zu gewinnen ist als aus Quecksilberchlorür. Es zerstört organische Körper und dient daher in der Chirurgie als Aetzmittel. Wenn es mit salpetersaurem Kupferoxyd verunreinigt ist, ätzt es weniger, macht aber desto größere Schmerzen, daher der alte Name Höllenstein. Seine Auflösung schwärzt organische Körper, es dient daher zum Färben der Haare, zum Zeichnen der Wäsche und in der Photographie zur Bildung von Chlor-, Jod- und Bromsilber. Seine frühere Benützung zu ächtem Schwarz in der Kattundruckerei ist wegen seines hohen Preises bei den gegenwärtig höchst geringen Preisen der Kattune längst außer Gebrauch.

Chemische Tinte zum Wäschezeichnen. Man mengt eine Auflösung von 1 Th. salpetersaurem Silberoxyd in 2 Th. Ammoniak mit einer andern von 2 Th. kohlensaurem Natron und 2 Th. arabischem Gummi in 8 Th. Wasser und erhitzt das Gemenge zum Kochen, wodurch es dünnflüssig und schwarz wird, so daß es leicht aus der Feder fließt und sogleich beim Schreiben sichtbar ist. $Ag, NO_5 + NaO, CO_2 = AgO, CO_2 + NaO, NO_5$. Das kohlensaure Silberoxyd löst sich in Ammoniak. Beim Erhitzen wird das Gummi durch das Silbersalz geschwärzt und durch das Ammoniak dünnflüssig. Nach dem Schreiben verdunstet das Ammoniak und läßt das kohlensaure Silberoxyd in der Faser zurück, wo es sich am Lichte schwärzt. Die Schrift widersteht vollkommen der Wäsche. Eine Schrift mit einer Auflösung von salpetersaurem Bleioxyd und etwas Gummi mit Schwefelwasserstoff ist noch tiefer schwarz als die des salpetersauren Silberoxyds, schwerer zerstörbar und billiger. Um erstere Schrift oder überhaupt schwarze Höllensteinflecke aus Zeugen oder von der Haut zu entfernen, betupft man sie mit Jodtinctur und löst das Jodsilber durch unterschwefligsaures Natron auf. Oder man benetzt mit Chlorkalkauflösung und wäscht sodann mit Ammoniak oder wäscht mit Cyankaliumlösung. Vgl. auch Anilinschwarz.

Das schwefelsaure Silberoxyd, AgO, SO_3 wird erhalten durch Auflösen des des Silbers in kochender concentrirter Schwefelsäure bei der **Affinirung**, d. h. bei der Scheidung des Silbers von anderen Metallen. Das zerkleinerte Silber wird in Flammöfen geröstet, wodurch das Kupfer zum Theil in Kupferoxyd übergeht, welches man durch verdünnte Schwefelsäure auflöst und das Verfahren mehrmals wiederholt. Nun kocht man den Rückstand in kochender concentrirter Schwefelsäure, worin sich Alles löst bis auf das etwa vorhandene Gold. Aus dem schwefelsauren Silberoxyd wird das Silber durch Kupfer als Pulver gefällt und dann zusammengeschmolzen. Man erhält also schwefelsaures Kupferoxyd als Nebenproduct.

Das knallsaure Silberoxyd, AgO, CyO hat dieselbe Beschaffenheit und Bereitung wie das knallsaure Quecksilberoxydul. Aber es ist weit gefährlicher als dieses, fast so gefährlich wie das Silberoxydammoniak. Es kann nicht abgerieben werden, denn es explodirt schon, wenn man es unter einer Flüssigkeit mit einem Glasstabe umrührt. Es heißt auch **Brugnatelli's Knallsilber** und ist nicht zu verwechseln mit dem gewöhnlichen oder **Bertholets Knallsilber** oder Silberoxydammoniak (S. 203). Man benützt es wie das andere Knallsilber. Die Knallsäure bildet auch mit andern Oxyden Salze, aber die der edlen Metalle wirken am heftigsten explodirend.

Das Chlorsilber, $AgCl$ ist ein schweres, weißes wasserfreies Pulver, wenn man es durch Fällung einer Silberlösung mit Chlornatrium erhält, es ist nicht in Wasser, wohl aber in Ammoniak, in Chloralkalien und concentrirten Säuren löslich, und krystallisirt daraus beim Verdunsten in oktaedrischen Krystallen, beim Erhitzen schmilzt es zur bräunlichgrauen, hornartig durchscheinenden, schneidbaren Masse und heißt deshalb auch Hornsilber. Am Lichte wird es grau, violett, braun, und endlich schwarz (Chlorür, Ag_2Cl). Das Chlorsilber findet sich als Seltenheit auch in der Natur als Silberhornerz und dient vorzüglich zum Versilbern, weil es sich nicht so schnell zersetzt wie salpetersaures Silberoxyd und daher einen besser zusammenhängenden Ueberzug bildet, zu positiven Lichtbildern auf Papier, zur Darstellung des reinen Silbers und als gelbe Farbe für Glasflüsse, indem sich das Silber als Oxyd damit verbindet.

Das Jodsilber ist ein blaßgelbes Pulver, welches nach Entstehung und Eigenschaften mit dem Chlorsilber übereinstimmt, es ist jedoch in Ammoniak nicht löslich und wird auch weit langsamer durch das Licht zersetzt. Demungeachtet ist es aber in anderer Beziehung gegen das Licht weit empfindlicher als das Chlorsilber. Es erhält nämlich durch die Einwirkung des Lichtes sehr schnell eine starke Anziehungskraft gegen feinzertheilte Metalle. So zieht das belichtete Jodsilber sehr begierig metallisches Quecksilber an, wenn es mit dem Dampfe desselben in Berührung kommt und ebenso metallisches Silber, welches durch ein Reductionsmittel aus Silberauflösung niedergeschlagen wird, also wenn man es mit letzterer nebst einer Auflösung von Eisenvitriol oder Pyrogallussäure übergießt. Es dient deshalb zur Erzeugung der Lichtbilder. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten derselben: die **Daguerreotypen** und **Photographieen**. Die ersteren entstehen durch Amalgamirung jodirter silberplattirter Kupferplatten. Die Photographieen entstehen durch die Einwirkung von Silberlösung und Eisenvitriol oder Pyrogallussäure auf eine Schichte von Jodsilber auf Glas oder Papier. Erstere sind jetzt durch letztere wegen ihrer größeren Vollkommenheit gänzlich verdrängt. Lichtbilder.

Das Bromsilber ist weniger empfindlich gegen das Licht als Jodsilber, beide zusammen aber noch empfindlicher als Jodsilber für sich.

Photographie.

Um eine Photographie herzustellen, überzieht man eine Glastafel mit Collodium, welches Jodammonium oder Jodcadmium mit etwas Bromammonium gelöst enthält und taucht dieselbe dann im Dunkeln in ein Bad von salpetersaurem Silberoxyd, wodurch ein Ueberzug von Jodsilber und Bromsilber auf der Tafel entsteht. Dieselbe wird nun in der Camera obscura einige Secunden dem Licht ausgesetzt, so daß das aufzunehmende Bild darauffällt.

Entweder kam die Tafel feucht zur Belichtung, oder sie wurde zuvor gewaschen und getrocknet. In letzterem Falle wird sie nach der Belichtung wieder mit Silberlösung befeuchtet.

Hierauf wird das Bild durch eine Auflösung von Eisenvitriol oder Pyrogallussäure hervorgerufen. Die Stellen, welche das Licht am stärksten traf, also die Lichter des Bildes werden grau von reducirtem Silber und undurchsichtig und die Schatten bleiben weiß. Das Bild ist also verkehrt und heißt daher ein negatives Bild.

Nun wird das Bild mit Wasser gewaschen und dann durch unterschwefligsaures Natron fixirt, weil sonst das Licht allmälig die ganze Fläche reducirt. Das unterschwefligsaure Natron löst nämlich das unzersetzte Jod- und Bromsilber auf. Dadurch werden die Schatten durchsichtig und die Lichter bleiben undurchsichtig. Das Bild wird abermals mit Wasser gewaschen, getrocknet und gefirnißt.

Das negative Glasbild wird nun in ein positives Papierbild verwandelt oder copirt. Man taucht das Papier zuerst in Chlorammonium und dann in salpetersaures Silberoxyd. Es erhält dadurch einen Ueberzug von Chlorsilber nebst einer organischen Verbindung des salpetersauren Silberoxyds mit der Papiermasse und salpetersaurem Silberoxyd für sich. Man bedeckt es mit dem negativen Bild und legt es damit ans Licht. Dieses färbt die durchsichtigen Stellen durch Reduction des Silbers dunkel violett und läßt es weiß unter den gedeckten. Das Bild ist also jetzt umgekehrt, d. h. die weißen Stellen des negativen Glasbildes sind auf dem Papierbild schwarz und die schwarzen weiß. Dieses Bild heißt daher positiv. Fixirt man es mit unterschwefligsaurem Natron, so löst dieses die unzersetzten Silberverbindungen auf und das Bild wird dadurch unveränderlich am Licht.

Vor dem Fixiren wird das violettblaue Bild durch Goldchlorid schwarz gefärbt, während es sonst durch das unterschwefligsaure Natron rothbraun wird. Dieses ist nämlich stets alkalisch und das Alkali veranlaßt die organische Silberverbindung zur Aufnahme von Wasser, wodurch sie sich roth färbt. Das Chlorgold verwandelt das reducirte Silber der Schatten in schwarzes Chlorür. Das wenige reducirte Silber der lichten Stellen dagegen verwandelt es wieder vollständig in Chlorid. Dadurch werden nicht allein die Schatten dunkler, sondern auch die Lichter weißer. Durch übermäßig lange Wirkung des Goldes wird aber zuletzt alles in Chlorid verwandelt, daher das Bild geschwächt und endlich ganz zerstört. Das reducirte Gold bleibt in der organischen Masse mit violetter Farbe zurück. An den lichten Stellen wird es durch das vorwaltende Chlorsilber verdeckt und bei der Auflösung desselben durch das Fixirmittel (unterschwefligsaures Natron) abgespült.

Die Haltbarkeit der Lichtbilder.

Das Verblassen der Bilder rührt von der Entstehung von Schwefelsilber her. Wenn man Schwefelsilber in Gegenwart von Eiweiß, Leim oder Stärke fällt, so wird es nicht schwarz sondern gelb. Schwefelsilber entsteht aber durch alte, d. h. saure Bäder von unterschwefligsaurem Natron, durch ungenügendes Waschen bleibt Schwefelsilber im Papier zurück und auch der Schwefelwasserstoff der Luft kann allmälig Schwefelsilber bilden, jedoch nur bei schwacher Vergoldung der Bilder.

Gold.

Das Gold, Au krystallisirt in Würfeln und Okteadern, es ist das einzige gelbe Metall, seine Farbe wird durch Schmelzen mit Borax verblaßt und mit Salpeter erhöht, mehr röthlich. Es hat geschmolzen 19,2, gehämmert 19,6 spec. Gew., ist das dehnbarste und geschmeidigste Metall, seine Dehnbarkeit hat fast keine Grenzen, aber es ist weicher als Silber, in reinem Zustande fast so weich wie Blei, wird aber durch Schmieden härter, in der Zähigkeit steht es dem Eisen, Kupfer, Platin und Silber nach, es ist nicht sehr klingend, aber der beste Wärmeleiter und nach dem Silber der beste Leiter der Elektricität. Es schmilzt bei starker Rothglühhitze (etwas schwerer als Kupfer) mit meergrünem Leuchten, zieht sich beim Erstarren stark zusammen und taugt daher zum Gusse nicht. An der Luft ist es unveränderlich und wird nur von Königswasser aufgelöst.

Vorkommen. Das Gold findet sich in der Natur blos gediegen, aber stets silberhaltig, entweder in verschiedene Gesteine eingesprengt oder in kleinen Körnern im Sand der Flüsse, bisweilen als zufälliger Gemengtheil anderer Erze, wie mancher Schwefelkiese, Kupferkiese, Bleiglanz u. s. w.

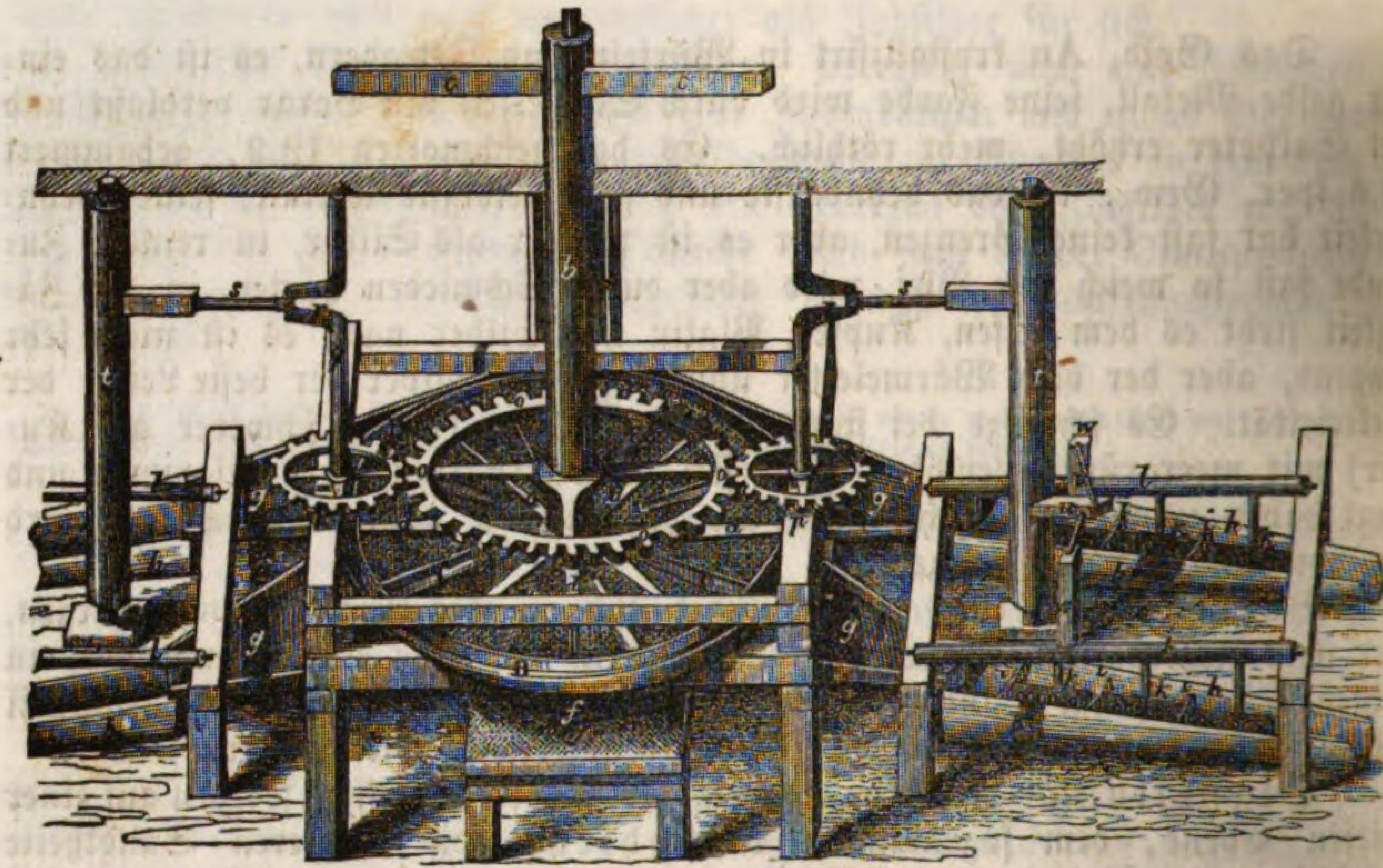
Darstellung. Von den gehörig zerkleinerten Massen werden auf einer schiefen Ebene, dem sogenannten Waschheerde die leichteren Sandtheile abgeschlemmt. Aus dem zurückbleibenden schwereren Goldschlied wird das Gold wie bei der Silberamalgamation durch Quecksilber ausgezogen. Kupfererze werden zu Rohstein geschmolzen, dann zieht man entweder aus dem gemahlenen Rohstein das Gold mit Quecksilber aus, oder man röstet ihn, schmilzt mit bleihaltigen Zuschlägen zusammen und scheidet das Gold aus dem erhaltenen Werkblei durch Abtreiben.

Das einfachste Verwaschen des Goldsandes ist das in Schüsseln, welche man unter Wasser hält, umrührt und schwenkt, damit sich blos die schwereren Theile setzen, die leichten aber als Trübe abfließen, oder: Man läßt auf geneigten Flächen, welche gekerbt, oder mit Leinwand, Flanell oder Thierfellen bedeckt sind, Wasser über den Goldsand fließen, oder man benützt dazu Schlemmgruben, in welche man Wasser leitet. In Californien bedient man sich häufig der Wiege, welche die Nordamericaner dahin mitgebracht haben. Sie besteht aus einer geneigten Siebtafel auf einem wiegenähnlichen Gestell, durch welche beim Schwingen der Sand unter Zurücklassen der Steine, auf einen gleichfalls geneigten, mit Querleisten versehenen, flachen Kasten geschwemmt wird.

Alle diese Methoden sind aber sehr zeitraubend und lassen so viel Gold verloren gehen, daß bei goldarmem Sande die Arbeitskosten häufig den Gewinn übersteigen würden. Eine vollkommene Einrichtung ist der Langtrog mit Siebmaschine, welche so schnell arbeitet, daß sie auch noch bei sehr armem Sande Gewinn bringt.

190.

Die große Siebmaschine.



Der Goldsand kommt auf die feststehende gußeiserne Siebplatte a von $16^{1}/_{2}'$ Durchmesser mit Löchern von $^{1}/_{2}$—$^{3}/_{4}''$, außen von einem eisernen Rande und innen von einem starken Holzboden getragen. Die Hauptwelle b wird im oberen Stock durch 2 hölzerne Arme c c von 2 Paar Pferden umgedreht und mit ihr der Rührstern d d, eine 8strahlige gußeiserne Nabe mit eisernen Krallen e e e, welche den Sand über die Siebfläche hin bewegen. In $^{1}/_{2}$ Viertelstunde ist der Sand so weit erweicht, daß er sich von den größeren Steinen durch die Sieblöcher spült. Die Steine werden von Arbeitern auf die Nebensiebe f gebackt und, wenn sie völlig abgewaschen sind, entfernt. Sind sie dagegen nicht völlig abgewaschen, so werden sie aufs Hauptsieb zurückgeworfen. Enthalten sie, wie in Californien, Gold auf- oder eingewachsen, so werden sie gepocht und abermals gewaschen.

191.



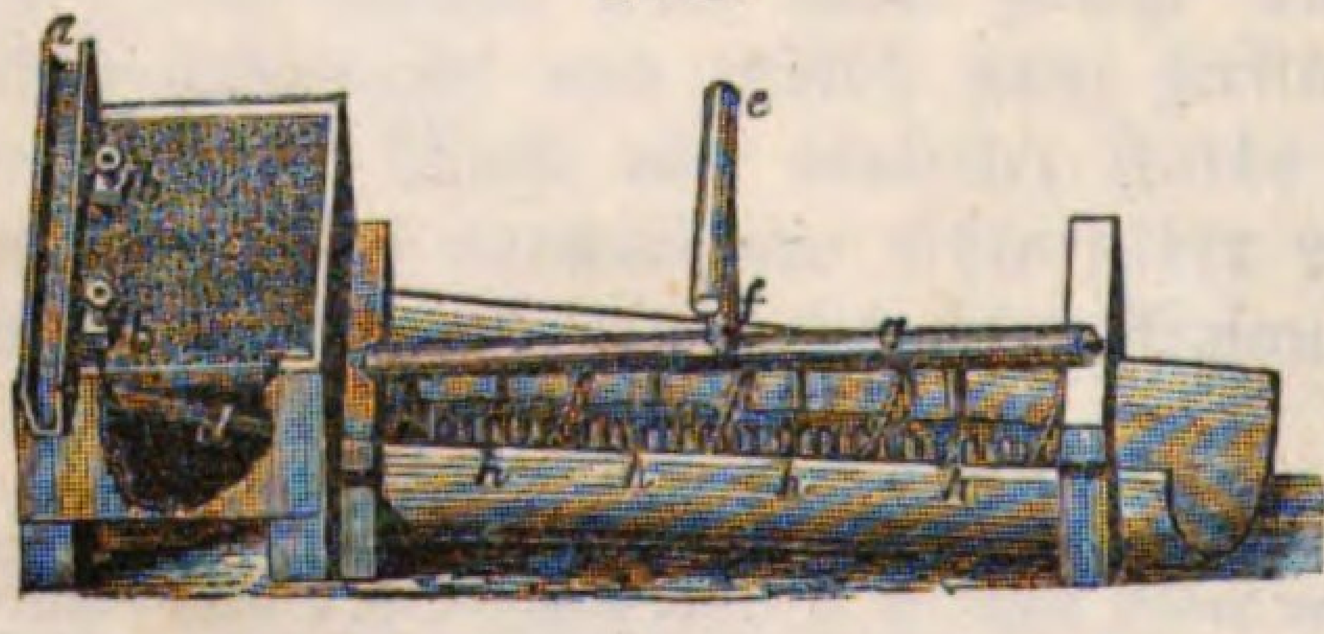
Der durch a gefallene Sand gelangt durch die schiefen Ebenen g g in die 4 **Langtröge** h h, geneigte, mit Rippen i i versehene, halbrunde, hölzerne Rinnen. Zwischen i i wird der Sand von eisernen Kämmen k k aufgerührt, welche sich an der Welle l l von einer Seite h zur andern h k bewegen. l erhält die Bewegung vom Rade o o an der Welle b, Stirnrad p, Welle q mit dem Krummzapfen r, ferner durch den Arm s, Welle t, Arm u, Lenkstange v und Arm w.

Die hölzerne Wasserzuleitungsrinne A erhält das Wasser aus einem Behälter oder Flußcanal und führt es in den Wasserspender B, eine rings um das Hauptsieb a, aber etwas höher als dieses laufende Rinne, welche 10—12 strahlenförmig nach der Mitte von a gerichtete, unten durchlöcherte (hölzerne oder blechene) Röhren C C abgiebt. Das mit dem Sande durch a und über g g nach h gelangte Wasser setzt in h die schweren Goldtheile ab und nimmt Sand und Lehm mit in die Sümpfe, in welche die Langtröge ausmünden.

Nach $^{1}/_{2}$—3 Stunden, je nach dem Gehalte des Sandes, hält man die Maschine an, läßt noch etwas Wasser zulaufen, schraubt die Rippen i i ab und nimmt das angereicherte Waschgut oder den **grauen Schlich** aus den Trögen h h.

192.

Der Langtrog.



Bisweilen wird der **Langtrog** für sich angewendet, d. h. blos mit einem kleinen Handsieb. a ist der Wasserspender, b b die Hähne zum Vertheilen des Wassers auf dem Siebe c, einer gußeisernen durchlöcherten Platte in einem hölzernen Kasten. Die schiefe Ebene d leitet den Sand in den Langtrog. Durch die Bewegung des horizontalen Schwengels e nach rechts und links bewegt sich durch den Arm f die Welle g mit dem Schwengel halb um ihre Achse und zugleich die Kämme h h h h.

193.

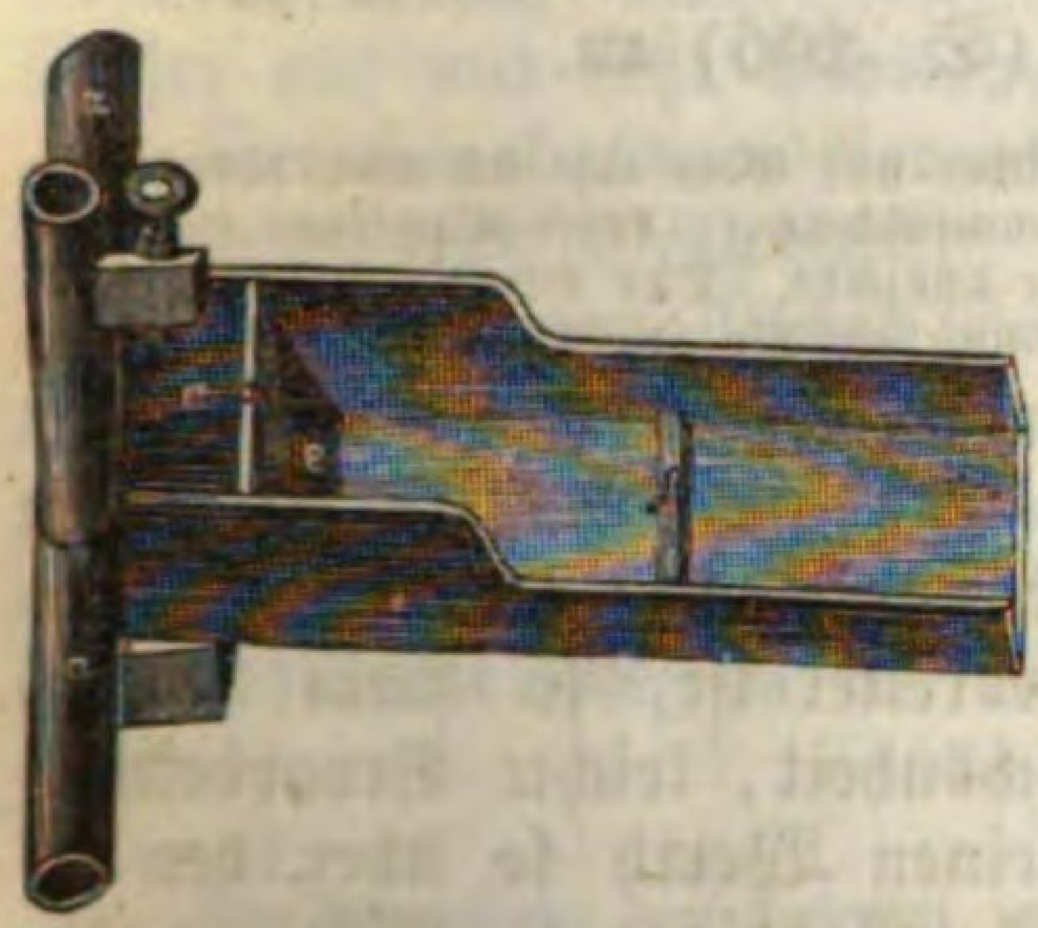


Fig. 193 ist der Feinwaschheerd, aus Bohlen zusammengefügt und durch untergelegte Holzstämme in eine geneigte Lage gebracht. Der Wasserzuleitungscanal a führt das Wasser durch den Hahn b in den Wasserspender c, über dessen Vorderwand d, **Kopfbrett** genannt, es über die Heerdfläche e herabfließt und den Schlich gegen die Leiste f schwemmt.

Der Feinwäscher nimmt $1/2$ — 1 Cubikfuß grauen Schlich auf den Heerd, worauf er selbst steht und schiebt ihn kurze Zeit mit einer Krücke nach dem Kopfe des Heerdes zurück, während ihn das Wasser immer wieder herabschwemmt, krückt dann mit leichter Hand die größeren Stücke behutsam über die Leiste f weg, entfernt dann bei vermindertem Wasserzuflusse mit einer Bürste sowohl die kleineren Stücke, als auch den Magneteisenstein, der als feiner Sand bis zuletzt beim Golde bleibt, bürstet letzteres auf der Mitte des Heerdes zu einem Häufchen zusammen, bringt es als **schwarzen Schlich** in eine eiserne Schale und stellt sie auf den Canal a, wo sie der Aufseher im Auge behält. Der Feinwaschheerd.

Das Waschen wird selbst auch zur Zutageförderung des Goldes im Boden benützt, indem man einen Wasserstrahl mit starkem Druck in die goldführende Erde spritzt. Ein Kind kann dadurch in einem Tage so viel fördern, als sonst 10—15 Erwachsene.

Wie das Gold wird auch das Platin gewaschen. Kommen Diamanten im Goldsande vor, so werden sie aus den Steinstücken von den Nebensieben Fig. 190 und vom Feinwaschheerd, Fig. 193 ausgelesen.

194.

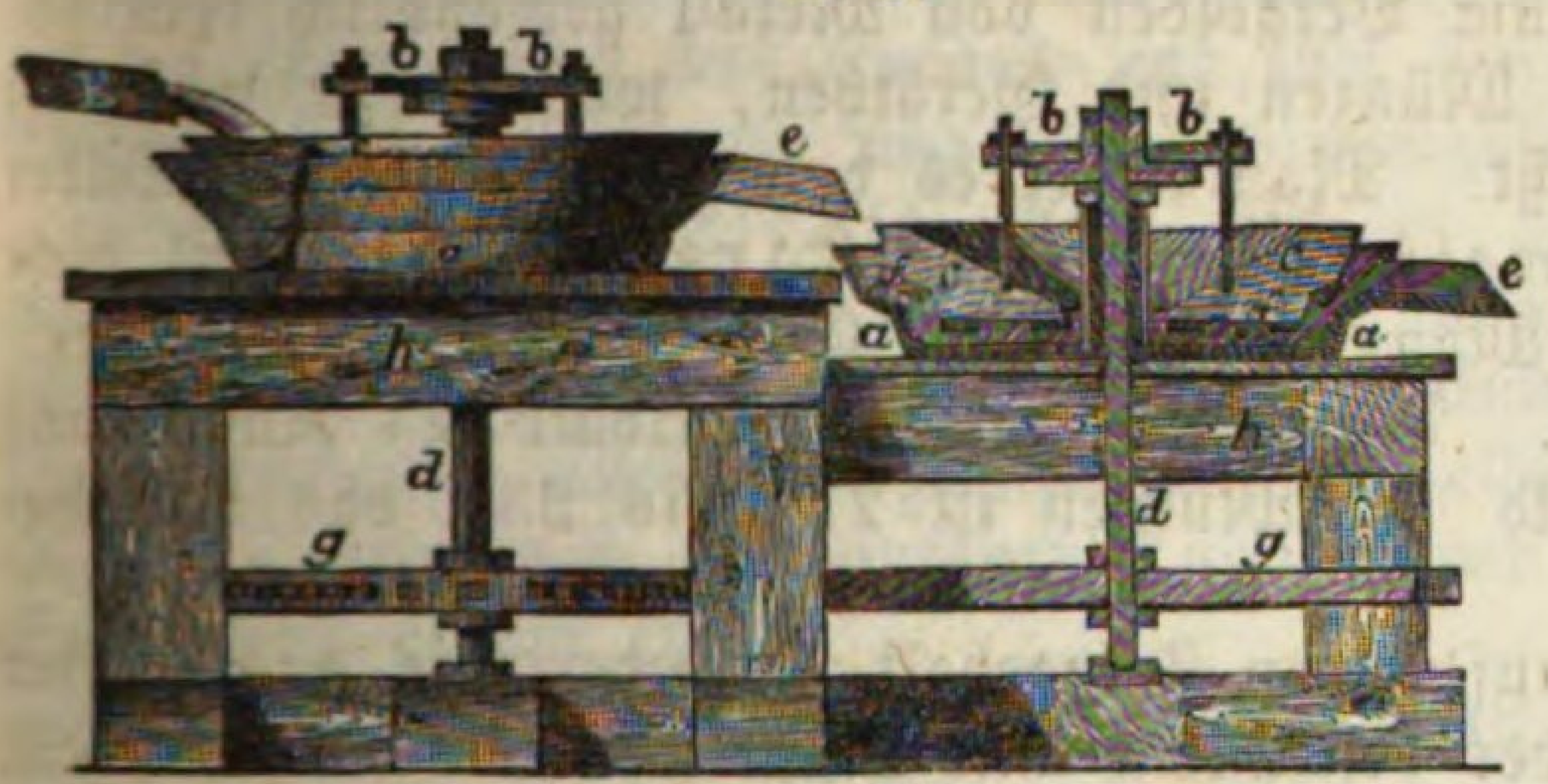


Fig. 194 zeigt 2 zusammengehörige Gold-Amalgamirmühlen, die erste im Profil, die zweite im Profildurchschnitt. Das Rad g dreht die eiserne Achse d. Diese geht durch eine Röhre im Mittelpunkte des auf dem **Mühlstuhle** h befestigten gußeisernen **Mühlbottichs** a a und dreht durch das Quergestänge b b und die davon niedergehenden eisernen Stangen den massiv aus Holz gefertigten **Läufer** c c mit sich um. Die goldhaltige Trübe (das den goldhaltigen Sand mit sich führende Wasser) fließt durch das Gerinne E in die trichterförmige Oeffnung des Läufers der oberen Mühle, verbreitet sich von da zwischen dem Läufer und Bottich und wird durch mehrere vorspringende eiserne Kämme des Läufers f f nebst der Oberfläche des im Bottich befindlichen Quecksilbers gleichfalls in kreisende Bewegung gesetzt. Das Gold löst sich im Quecksilber und die zum Theil entgoldete Trübe fließt durch das Gerinne e auf mehrere folgende Mühlen, bis ihr alles Gold entzogen ist. Die Goldamalgamirmühle.

Das erhaltene silberhaltige Gold wird nun vom Silber geschieden, entweder auf trocknem oder nassem Wege.

Auf trocknem Wege (durch **Guß** und **Fluß**) schmilzt man es mit Schwefelantimon zusammen. Es entsteht Spiesglanzgold, welches sich am Boden des Schmelztiegels ansammelt und nach dem Erkalten von dem darüber befindlichen Schwefelsilber getrennt wird. Das Gold wird vom Antimon durch Erhitzen befreit.

Zweckmäßiger ist das Verfahren auf nassem Wege. Aus Legirungen mit vorwaltendem Gold zieht man das Gold mit Königswasser als Goldchlorid aus, während Chlorsilber zurückbleibt. Aus dem Goldchlorid wird das Gold durch Eisenvitriol metallisch abgeschieden, indem schwefelsaures Eisenoxyd und Eisenchlorid entsteht und metallisches Gold als braunes Pulver niederfällt, nämlich: $AuCl_3 + 6FeO, SO_3 = 2Fe_2O_3 + Fe_2Cl_3 + Au$. Das Gold wird ausgewaschen und mit Borax und Salpeter geschmolzen. Borax macht die Farbe des Goldes blaßgelb, Salpeter röthlichgelb.

Die Scheidung mit Salpetersäure (**Scheidung in die Quart**) ist nur anwendbar, wenn die Legirung nicht über $1/4$ Gold enthält. Enthält sie mehr Gold, so muß durch Zuschmelzen von Silber das richtige Verhältniß hergestellt werden, weil die Scheidung sonst unvollständig wird. Die Salpetersäure löst aus dem granulirten Metall das Silber auf und läßt das Gold als dunkelbraune Masse zurück, die man mit Borax und Salpeter zusammen-

schmilzt. — Statt der Scheidung in die Quart wendet man jetzt gewöhnlich die wohlfeilere Affinage mit Schwefelsäure (S. 205) an.

Die Herstellung eines bestimmten Verhältnisses zwischen Silber und Gold läßt sich auch dadurch umgehen, daß man das zu entsilbernde Gold mit 2—3 Th. Zink zusammenschmilzt, durch Eingießen in Wasser granulirt und dann das Zink durch verdünnte Schwefelsäure wieder auszieht. Das silberhaltige Gold bleibt dabei in fein zertheiltem, schlammigem Zustande zurück und kann nun auf die gewöhnliche Art mit Schwefelsäure oder Salpetersäure von Silber befreit werden.

Wichtigkeit. Das Gold übertrifft an Schönheit das Silber, sein Glanz ist noch unvergänglicher und seine Farbe wird der des Silbers vorgezogen. Obgleich sein Vorkommen sehr ausgebreitet ist, so findet es sich doch nur selten in größeren Massen. Seine Schönheit, leichte Verarbeitbarkeit, besonders aber seine Seltenheit erhöhen seinen Werth so über den des Silbers, daß er sich zu diesem verhält wie 1:15. Es dient zu Münzen, Luxusgegenständen und zur Vergoldung. Weniger ist von seinen Verbindungen wichtig.

Feingold dient zum ächten Blattgold, zur Vergoldung von Glas und irdenen Waaren, zum Plattiren von Kupfer und Silber und zu chemischen Präparaten. Dagegen wird zum Vergolden von Metall gewöhnlich kein feines Gold gebraucht, auch zu Münzen und Geräthen, weil es zu weich ist und sich nicht gut arbeiten läßt. Man legirt es daher mit Kupfer, Silber oder beiden zugleich (**rothe, weiße, gemischte Karatirung**), weil diese Legirungen weit härter sind. Man bestimmt den Gehalt einer solchen Legirung nach Karaten und Grän. Die Mark ($^1/_2$ ℔) enthält 24 Karat und 1 Karat 12 Grän. Das Gold der Münzen ist 21- bis 23-, das der Geräthe 8—18karätig [1]).

Man prüft das Gold auf seinen Feingehalt entweder wie das Silber auf dem Probirstein, benetzt aber den Strich mit Salpetersäure und beurtheilt die Menge des Silbers oder Kupfers nach dem geringeren oder stärkeren Angriffe, oder bedient sich der Probe auf der Kapelle mit der Quartirung, wodurch man ein genaueres Resultat erhält. Man treibt vom abgewogenen Gold das Kupfer mit Blei in einer Kapelle ab, wiederholt dann das Abtreiben, nachdem man abermals Blei und die erforderliche Menge Silber zugesetzt hat, hämmert das Korn zum dünnen Blech, biegt es zu einem Röllchen und zieht mit Salpetersäure das Silber aus.

Färben des Goldes. Um Gegenständen aus kupferlegirtem Gold statt der blaß röthlichen Farbe der Legirung die lebhaft gelbe des Feingoldes zu geben, werden sie **gefärbt**, d. h. in Chlor entwickelnden Flüssigkeiten gekocht, z. B. Kochsalz und Salpeter mit Salzsäure oder Alaun. Es löst sich etwas Kupfer und Gold, aber später schlägt sich das Gold allein wieder auf die Oberfläche nieder, so daß also ein Ueberzug von Feingold entsteht.

Das **Plattiren** mit Gold geschieht ganz so wie das mit Silber, nur wird das zu plattirende Kupfer vorher versilbert. Eben so ist es mit der **Vergoldung**.

Zur **galvanischen** Vergoldung dampft man Goldchloridlösung ab, bis

---

1) So haben z. B. die österr., bayer. und württemb. Ducaten 23 Karat 3 Grän, die holländischen 23.7, die sächs. und preuß. Friedrichsd'or 21.8, die hannov., braunschw. und dän. Friedrichsd'or 21.6, die französ. 40- und 20-Frankenstücke und die holländ. 10- und 5-Guldenstücke 21.7 Feingehalt. Der Feingehalt des verarbeiteten Goldes ist in Bayern 14 Karat. Das franz. Münzgold enthält in 1000 Theilen 900, das engl. 916,67, das american. (der Vereinstaaten) 899,22, die franz. Bijouteriewaaren 750 Gold.

ein Tropfen auf einer kalten Glasplatte krystallinisch erstarrt, löst dann in Wasser auf und setzt Blutlaugensalz und kohlensaures Natron zu.

Bei der kalten Vergoldung tränkt man leinene Lappen in concentrirter Lösung von Goldchlorid, trocknet und verbrennt sie. Die Asche enthält fein zertheiltes metallisches Gold. Man reibt damit die zu vergoldende Fläche mittelst eines in Salzwasser getauchten Korkes.

Zur nassen Vergoldung kocht man den Gegenstand in einer Auflösung von Goldchlorid und 2fach kohlensaurem Natron in Wasser. Eine wenig haltbare Vergoldung ist die mit 1 Th. concentrirter Goldauflösung und 2 Th. Aether.

Probe auf ächte Vergoldung.

Um Vergoldung auf Aechtheit zu prüfen, entfernt man zuvor den Lack mit Weingeist, benetzt die Stelle mit einer Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd und trocknet sie nach 1/2—1 Minute wieder mit Fließpapier ab. Aechte Vergoldung bleibt unverändert, unächte oder sehr geringhaltige wird schwarz. Man müßte dann etwas abschaben und mit reiner Salpetersäure behandeln, wobei sich Kupfer oder Silber auflösen, Gold aber in Flittern zurückbleibt.

Die Verbindungen des Goldes gehören zu den scharfen Giften. Gegengifte sind Eiweiß, Milch und Zuckerwasser. Das Amalgam ist wichtig für die Gewinnung des Goldes und zum Vergolden. Außerdem finden das Chlorid, der Goldpurpur und das Schwefelgold Anwendung.

Das Schwefelgold, AuS_3 ist ein dunkelbraunes Pulver, welches man durch Fällung einer Goldauflösung durch Schwefelwasserstoff oder Zusammenschmelzen von Gold mit Schwefelkalium erhält. Man benützt es zur Hervorbringung eines Goldglanzes auf Porzellan, Fayence u. dgl. Man reibt es mit Terpentinöl, Wismuthoxyd und Borax zusammen, streicht es auf die Waare und brennt ein.

Goldsalze. Das Goldoxyd, AuO_3 ist so elektronegativ, daß es sich mehr wie eine Säure als wie eine Basis verhält. Wenn man es in Säuren auflöst, so wird es durch Wasser wieder daraus gefällt. Bis jetzt kennt man blos Haloidsalze von pomeranzengelber Farbe.

Die Goldsalze werden sehr leicht zu Metall reducirt, welches sich als brauner Niederschlag abscheidet. Bei der Reduction durch Eisenvitriol färbt es die Flüssigkeit bei starker Verdünnung im durchfallenden Licht blau, bei der Reduction durch Sauerkleesäure grün. Bei der feinsten Zertheilung erscheint aber das reducirte Gold purpurroth bis violett. Zinnchlorür fällt Goldsalze violett, und, wenn es mit Zinnchlorid gemengt ist, purpurroth. Dieser Niederschlag heißt Goldpurpur und ist ein Gemenge von Zinnoxyd und metallischem Gold, welches man früher für eine chemische Verbindung von Zinnoxyd mit Goldoxydul hielt. Das Zinnchlorid verzögert die Wirkung des Zinnchlorürs, Kochsalz thut dasselbe. Organische Körper wie Haut, Seide, Papier färbt Goldlösung gleichfalls roth oder violett und wenn die Reduction verdünnter Goldlösung durch Sauerkleesäure durch Zusatz von Salzsäure verzögert wird, so scheidet sich das Gold ebenfalls mit rother Farbe ab. Der Goldpurpur ist die schönste rothe Farbe für Glas und Porzellan. Das damit gefärbte Glas heißt Rubinglas. Es färbt sich beim Zusammenschmelzen mit demselben gelb oder grünlich und erst bei nochmaligem Anwärmen roth. Goldpurpur.

Ausmittlung. Man erkennt das Gold auf nassem Weg daran, daß es von Zinnchlorür noch bei großer Verdünnung roth oder violett gefällt wird.

Das Goldchlorid, $AuCl_3$ ist eine braunrothe krystallinische, an der Luft leicht zerfließliche Masse, welche zum Vergolden, als Reagens auf Zinnoxydulsalze, zur Darstellung des Goldpurpurs und zum Schwarzfärben oder Tonen der Lichtbilder dient.

Platin.

Das Platin, Pt findet sich in Würfeln krystallisirt, hat eine weiße, etwas ins Stahlgraue ziehende Farbe, ist der schwerste aller bekannten Körper und hat ein spec. Gew. von 21,5. Es ist in vollkommen reinem Zustand weicher als Silber, aber, wenn es, wie gewöhnlich, etwas Iridium enthält, so steht es in der Härte zwischen Eisen und Kupfer, es ist weniger politurfähig als Silber, nach dem Gold und Silber das dehnbarste, nach Eisen und Kupfer das zäheste Metall, es ist nach dem Gold der beste Wärmeleiter und nach Silber, Gold und Kupfer der beste Leiter der Elektricität. Es ist nur im Knallgasgebläse, aber in keinem Ofenfeuer schmelzbar, erweicht aber und ist bei Weißglühhitze schweißbar. Es ist unveränderlich an der Luft und wird nur von Königswasser, aber auch in diesem weit langsamer aufgelöst als Gold. Aber auf trocknem Wege oxydirt es sich beim Zusammenschmelzen von ätzenden Alkalien oder Salpeter aus der Luft durch sein Streben, sich mit Alkali als Oxyd zu verbinden. Auch mit Phosphor, Schwefel und leicht schmelzbaren Metallen verbindet es sich in der Hitze leicht.

Vorkommen. Das Platin findet sich in der Natur nur gediegen, aber nie ganz rein, sondern stets mit Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium, oft auch mit Eisen, Gold und Ruthenium verbunden, in rundlichen oder eckigen Körnern.

Darstellung. Man löst die Körner in Königswasser, fällt die Auflösung mit Salmiak und erhitzt den erhaltenen Platinsalmiak (Ammoniumplatinchlorid, $(H_4N, Cl) + (PtCl_2)$ bis zur Verflüchtigung des Chlors und Chlorammoniums. Das zurückbleibende metallische Platin bildet eine poröse, schwammige Masse (**Platinschwamm**), der man durch abwechselndes und wiederholtes heftiges Zusammenpressen und Glühen Zusammenhang ertheilt.

195.



a ist ein Stahlstempel, welcher in einen Messingcylinder b genau paßt und dieser in eine Stahlkapsel c. Der Cylinder wird halb mit Platinschwamm gefüllt, der Stempel aufgesetzt und zuerst schwächer, dann stärker mit einem Hammer darauf geschlagen.

Statt des Zusammenschweißens benützt man jetzt häufig die Schmelzung des Platins durch das Knallgasgebläse in einem Gefäß von gebranntem Kalk, welches zugleich den Ofen bildet. Man hat auch die Verarbeitung mit Königswasser durch das Abtreiben des Platin mit Blei zu ersparen gesucht.

Wichtigkeit. Das Platin ist wichtig wegen seiner Schwerschmelzbarkeit und Unangreifbarkeit von den gewöhnlichen Säuren, von Quecksilber und bei Luftzutritt auch von Schwefel, als Material für chemische Arbeitsgefäße. Man verfertigt daraus Blech, Draht, Schalen, Schmelztiegel, Löffel, Pincetten, Retorten und Vorlagen für chemische Laboratorien und Schwefelsäurefabriken, benützt es für galvanische Apparate, für Zündlöcher an theueren Gewehren, weil Silber von Schwefel angegriffen wird, plattirt damit kupferne Gefäße zu chemischen Zwecken, überzieht oder platinirt damit Glas und Porzellan. Wegen seiner größeren Festigkeit bei gleicher Unzerstörbarkeit durch die meisten Säuren würde es noch werthvoller sein als Gold, wäre es nicht so schwer bearbeitbar und hätte es eine schönere Farbe. In Rußland werden wegen seiner schweren Verarbeitbarkeit und zinnähnlichen Farbe schon seit Langem keine Münzen mehr daraus geprägt.

In feinzertheiltem Zustande hat das Platin als **Platinschwamm** die Eigenschaft poröser Körper, katalytisch zu wirken, im höchsten Grade. Es absorbirt Gase und vor allem Sauerstoff so begierig, daß es durch die damit verbundene Verdichtung des Gases sich bis zum Glühen erhitzt und dabei

Verbindungen zwischen Gasen und andern Körpern und Gasen zu Stande bringt, daher besonders seine Anwendung zum Platinfeuerzeuge (S. 39).

Noch kräftiger wirkt das **Platinschwarz** oder **Platinmohr**, ein noch feiner vertheiltes Platin, welches als ein schwarzes Pulver erscheint. Man bereitet sich Platinchlorür, PtCl, indem man Chlorid, $PtCl_2$ der Hitze des geschmolzenen Zinnes aussetzt, löst dieses in concentrirter Kalilösung auf und setzt allmälig Weingeist zu. Das Platinschwarz, welches sich unter Aufbrausen absetzt, kocht man mit Weingeist, dann mit Salzsäure und endlich mit Wasser aus und trocknet. Der kleinste Theil dieses Pulvers entzündet nicht blos Wasserstoff, sondern verwandelt auch Weingeistdampf unter Erglühen in Essigsäure. Man hat es daher zur Schnellessigfabrikation empfohlen.

Die Platinverbindungen haben ähnliche giftige Wirkungen wie die Gold-, Silber- und Quecksilbersalze und letztere werden auch wie die des Goldes behandelt. — Es sind davon keine wichtig, als das Platinchlorid und der Platinsalmiak.

Die Platinsalze sind wenig bekannt. Die dem Oxydul entsprechenden sind meistens grünlichgelb und die dem Oxyd entsprechenden gelb oder pomeranzengelb.

Ausmittlung des Platins. Das Platin wird aus seinen Auflösungen von Chlorkalium und Chlorammonium gelb gefällt und von Eisensalzen nicht wie das Gold schon bei gewöhnlicher Temperatur, sondern erst beim Erhitzen und zwar nicht wie das Gold braun, sondern grau gefällt. Sauerkleesäure fällt das Platin auch beim Erhitzen nicht. Von Zinnoxydulsalzen wird das Platin nicht, wie das Gold, purpurroth, sondern rothbraun gefällt. Vor dem Löthrohr auf Kohle hinterlassen die Platinverbindungen ein graues unschmelzbares Metallpulver; sonst zeigen sie vor dem Löthrohr keine Reaction, man kann sie daher auf diesem Wege nicht wohl erkennen.

Das Platinchlorid, $PtCl_2$ ist eine dunkelrothbraune, in wasserfreiem Zustande schwarzbraune, in Wasser, Weingeist und Aether leicht mit brauner oder, mehr verdünnt, mit gelber Farbe lösliche Salzmasse, deren Lösung Haut und Nägel purpurroth färbt. Man erhält sie durch Auflösen des Metalles in Königswasser und Verdunsten des Säureüberschusses. Sie dient als Reagens auf Kali, zur Darstellung des Platinsalmiaks (S. 212), des Platinschwarz, überhaupt aller Platinpräparate und zum Platiniren von Metallen und andern Stoffen, entweder durch Bestreichen mit der weingeistigen Auflösung und Erhitzen, oder auf galvanischem Wege.

Organische Chemie.

Die organische Chemie beschäftigt sich mit den organischen Körpern. Während man unter anorganischen Körpern die Elemente und jene chemischen Verbindungen versteht, welche sich vorzugsweise im Mineralreich und durch die Wirkung der Kunst aus den Elementen bilden, bezeichnet man mit organischen Körpern jene chemischen Verbindungen, welche vorzugsweise entweder in organisirten oder lebenden Wesen selbst entstehen oder aus solchen Verbindungen durch spätere Einwirkung der leblosen Natur oder der Kunst hervorgehen.

Lebende oder organisirte Wesen sind mit Organen ausgestattet, d. h. mit Werkzeugen zur Erreichung bestimmter Lebenszwecke. So ist z. B. das Auge Sehorgan, der Fuß Bewegungsorgan, Wurzeln und Blätter der Pflanze sind Ernährungsorgane, die Blüthen Fortpflanzungsorgane u. s. w.

Man vermochte früher keine organische Verbindung künstlich aus anorganischen Substanzen herzustellen, weil man die Umstände nicht kannte, unter denen sie im Organismus entstehen und hielt daher die Lebenskraft für die Bildung derselben unentbehrlich, allein dies ist nicht der Fall, denn die Zahl der organischen Verbindungen, welche künstlich aus anorganischen Substanzen erzeugt werden, nimmt mit jedem Tage zu. Die Annahme, daß die Lebenskraft die Gesetze der chemischen Verwandtschaft abändere, verliert dadurch ihre Berechtigung. Das ausschließliche Product der Lebenskraft ist nur der Organismus selbst, d. h. die Verbindung von Organen zur Erreichung eines gemeinschaftlichen Zweckes, nämlich zur Erhaltung des Lebens. Der Organismus besteht aus einer ungleichartigen Anhäufung von chemischen Verbindungen, welche sich aber hauptsächlich dadurch von einem blosen Gemenge unterscheidet, daß die verschiedenen Stoffe nach bestimmten Gesetzen und zwar meistens symmetrisch an einander gereiht sind. Während die chemische Verwandtschaft nur gleichartige Massen oder höchstens regellose Gemenge hervorbringt, schafft die Lebenskraft nur ungleichartige, aber regelmäßig zusammengefügte Gebilde.

Die organischen Verbindungen stimmen dadurch mit den anorganischen überein, daß sie den allgemeinen Gesetzen der Stöchiometrie und chemischen Verwandtschaft folgen, wie diese krystallisirt oder amorph, gasförmig oder flüssig vorkommen und entweder als Säuren, Basen oder indifferente Stoffe auftreten, aber sie unterscheiden sich von den anorganischen Substanzen in folgenden Punkten:

1. Sie bestehen ursprünglich in der Regel nur aus 4 Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Oft fehlt der Sauerstoff, noch öfter der Stickstoff, nie aber der Kohlenstoff. Wenige enthalten noch Schwefel. Das Vorkommen des Phosphors als solcher wird in neuerer Zeit bezweifelt. Andere Elemente treten nur durch künstliche Wirkung in die organischen Verbindungen ein.

2. Sie enthalten ihre Elemente stets in mehreren und oft in sehr vielen Atomen. So besteht z. B der Traubenzucker aus $C_{12}H_{12}O_{12}$ und die Melissinsäure, ein Bestandtheil des Wachses aus $C_{60}H_{60}O_4$. Diese Elemente bilden aber keine unmittelbare Verbindung, sondern sie sind zu mehreren näheren und entfernteren Bestandtheilen gruppirt.

3. Sie enthalten nie weniger als 2 und stets eine gerade Zahl von Atomen des Kohlenstoffes. Auch Sauerstoff und Schwefel scheinen nur in geraden Atomzahlen aufzutreten.

4. Vermöge ihres Kohlenstoffgehaltes verkohlen sie beim Erhitzen unter Abschluß und verbrennen beim Erhitzen unter Zutritt der Luft.

5. Vermöge ihrer vielfachen Zusammensetzung sind sie nicht nur durch Erhitzen, sondern häufig durch Wasser und Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzbar.

Während die Verschiedenartigkeit der anorganischen Verbindungen hauptsächlich auf der Verschiedenheit der Elemeute beruht, aus welchen sie bestehen, gründet sich die Verschiedenartigkeit der organischen Verbindungen hauptsächlich auf die Verschiedenheit in der Zusammensetzung aus wenigen Elementen. Die Gruppirung der Elemente in einer Verbindung oder ihre Anordnung zu näheren und entfernteren Bestandtheilen heißt ihre **Constitution**. Constitution der chemischen Verbindungen.

In den meisten Verbindungen sind zwei oder mehrere Gruppirungen der Bestandtheile denkbar. So lassen sich z. B. 4 Atome Sauerstoff, 1 Atom Schwefel und 1 Atom Kalium eben so wohl zu KO, SO_3, als KO_3, SO oder KS, O_4 oder KO_2, SO_2 gruppirt denken. Man hat also über die Constitution einer Verbindung niemals Gewißheit, sondern man kann sich dieselbe verschieden denken. Es herrschen deshalb verschiedene Ansichten oder Theorieen über die chemische Constitution der Verbindungen im Allgemeinen, aber nur zwei davon sind allgemeiner angenommen, nämlich die Theorie von der binären (gepaarten) Zusammensetzung oder die **Radicaltheorie** und die **Typentheorie**.

Die Radicaltheorie ist für die anorganischen Verbindungen die einfachste und daher die allgemein verbreitete. Für die organischen Verbindungen sind aber beide Theorieen ziemlich gleichmäßig verbreitet.

Man betrachtet den Eisenvitriol gewöhnlich als eine Verbindung von Eisenoxydul mit Schwefelsäure, weil er durch Zusammenbringen von Eisenoxydul und Schwefelsäure entsteht und bei seiner Zersetzung durch Kali sich wieder Eisenoxydul abscheidet. Er hat danach die Formel FeO, SO_3. Da er aber auch durch Oxydation des Schwefeleisens an der Luft, d. h. durch Verbindung von Schwefeleisen mit 4 Atomen Sauerstoff entsteht, so könnte man eben so gut die Formel FeS, O_4 dafür aufstellen. Da er ferner beim Erhitzen bis zum Glühen in Eisenoxyd, schweflige Säure und Schwefelsäure zerfällt, so wäre noch eine dritte Formel denkbar, nämlich Fe_2O_3, SO_3, SO_2, denn dies ist $=$ 2 Atome FeO, SO_3.

Unter diesen drei Formeln verdient aber die erste, nämlich FeO, SO_3 den Vorzug, weil sie nicht blos gewisse Entstehungs- und Zersetzungsweisen des Eisenvitriols ausdrückt, sondern auch seine Beziehung zu andern ähnlichen Verbindungen darstellt, bei welchen die andere Art der Entstehung und Zer-

setzung nicht eintritt, d. h. seine Beziehung zu der großen Reihe von schwefelsauren Salzen, wovon viele weder durch Oxydation des Schwefelmetalles entstehen, noch durch Zersetzung in ein höheres Oxyd, schweflige und Schwefelsäure zerfallen.

Da nun die Typentheorie für die organischen Verbindungen wichtigere Beziehungen darstellt, als die Radicaltheorie, so findet dieselbe immer größeren Eingang in der organischen Chemie.

Radicaltheorie.

Die **Radicaltheorie** nimmt an, wie es jetzt in der anorganischen Chemie noch allgemein geschieht, daß die Verbindungen erster Ordnung aus einem Radical und einem elektronegativen Element: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor u. s. w. bestehen. Das Radical ist aber hier kein Element, wie die nicht metallischen Elemente der anorganischen Säuren und die Metalle der anorganischen Basen, sondern zusammengesetzt, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die Verbindungen zweiter Ordnung bestehen wieder aus Oxyden der Radicale und einer anorganischen oder organischen Säure, oder aus zwei Säuren und heißen gepaarte Säuren.

Typentheorie.

Die **Typentheorie** leitet alle Verbindungen aus dem Wasserstoff, Wasser, Ammoniak und einigen andern ähnlich zusammengesetzten Körpern dadurch ab, daß man einzelne oder alle Wasserstoffatome derselben durch einfache oder zusammengesetzte Radicale ersetzt denkt und bezeichnet diese Körper (nämlich Wasserstoff, Wasser ꝛc.) mit dem Namen **Typen**.

Dabei denkt man sich, die Elemente bestehen nicht aus einem Atom, sondern es seien darin wenigstens zwei Atome zu einer Gruppe oder zu einem **Molecül** vereinigt. Das Zeichen des Wasserstofftypus ist also danach nicht H, sondern HH, oder $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$, das des Chlors $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right\}$. Die Bildung von Chlorwasserstoffsäure beruht hienach nicht auf einfache Verbindung, sondern auf Zersetzung: $\begin{matrix}H\\H\end{matrix} + \begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix} = \begin{matrix}H\\Cl\end{matrix} + \begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}$.

Ein-, zwei- und mehratomige Radicale.

Der Chlorwasserstoff ist dem Wasserstoffmolecül ganz ähnlich zusammengesetzt und bildet einen von letzterem abgeleiteten Typus, welcher Chlorwasserstofftypus h.ißt. Die Haloidsalze aus gleichen Atomen Zünder und Radical gehören sämmlich zum Typus Chlorwasserstoff. Wie viel Atome Wasserstoff durch ein anderes Radical ersetzt sind, wird durch aufgesetzte Striche bezeichnet. So ersetzen z. B. im Kupferoxydul 2 At. Kupfer 1 At. Wasserstoff, im Zinnoxyd sind 2 Atome Wasserstoff durch 1 Atom Zinn, im Eisenoxyd 3 Atome Wasserstoff durch 2 Atome Eisen vertreten. Man schreibt daher $\acute{C}u_2O$, $\overset{\prime\prime}{Sn}O_2$, $\overset{\prime\prime\prime}{Fe}_2O_3$, läßt jedoch immer die Striche weg, wo je 1 Atom Wasserstoff durch 1 Atom eines andern Körpers ersetzt wird. Die Formel des Zinnchlorids wäre dann $\overset{\prime\prime}{Sn}\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right.$, die des Eisenchlorids $\overset{\prime\prime\prime}{Fe}\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right.$, die des Antimonchlorids $\overset{\prime\prime\prime\prime\prime}{Sb}\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right.$. Die Radicale heißen **ein-, zwei-, dreiatomig** ꝛc., je nachdem sie ein, zwei, drei Atome Wasserstoff in einer Verbindung vertreten. Sie werden daher vom primären, secundären Wassertypus u. s. w. abgeleitet.

Der primäre Typus Wasser besteht aus zwei Atomen $\frac{HO}{HO}$, oder, wie man häufiger schreibt $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2$ oder $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}\Theta$. Man leitet daher alle Metalloxyde von der Formel MO (1 Atom Metall und 1 Atom Sauerstoff) und ihre Hydrate MO, HO ab. In ersterem sind beide, in den Hydraten nur 1 Atom Wasserstoff durch das Metall ersetzt. Die Formel der ersteren ist $\left.\begin{matrix}M\\M\end{matrix}\right\}O_2$, die der letzteren $\left.\begin{matrix}M\\H\end{matrix}\right\}O_2$. Das Schema für Entstehung der Hydrate aus den Oxyden ist daher $\left.\begin{matrix}M\\M\end{matrix}\right\}O_2+\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2=\left.\begin{matrix}M\\H\end{matrix}\right\}O_2+\left.\begin{matrix}M\\H\end{matrix}\right\}O_2$. Die Oxyde von der Formel MO_2 haben die Formel $\overset{''}{M}O_2$. Typus Wasser, a. primärer.

In den Sauerstoffsäuren nimmt man häufig ein sauerstoffhaltiges Radical an, z. B. die Untersalpetersäure NO_4 als Radical der Salpetersäure. Die Formel der neutralen salpetersauren Salze ist hienach $\left.\begin{matrix}NO_4\\M\end{matrix}\right\}O_2$, die der schwefligen Säure $\left.\begin{matrix}SO\\SO\end{matrix}\right\}O_2$, die ihrer Salze $\left.\begin{matrix}SO\\M\end{matrix}\right\}O_2$, die der unterschwefligen Säure $\left.\begin{matrix}S_2O\\S_2O\end{matrix}\right\}O_2$.

Der secundäre Wassertypus besteht aus 4 Atomen Wasser $\left.\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right\}O_4$ oder $\left.\begin{matrix}HH\\HH\end{matrix}\right\}O_4$. Demselben entsprechen die wenigen Oxyde MO_4, z. B. die Osmiumsäure $\overset{''''}{Os}O_4$ und die Salze einbasischer Säuren der Oxyde MO_2. Kohlensäure und Schwefelsäure gelten nach der älteren Ansicht als einbasische Säuren. Viele organische Verbindungen derselben lassen aber eine einfachere Deutung ihrer Constitution zu, wenn man sie als zweibasisch betrachtet. Die Schwefelsäure enthält hienach ein zusammengesetztes zweiatomiges Radical S_2O_4, welches mit der schwefligen Säure SO_2 polymer ist. Doch leiten Viele die wasserfreien zweibasischen Säuren vom primären Wassertypus $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2$ ab und stellen die Formel $\overset{''}{A}O_2$ auf, wo A ein zweiatomiges sauerstoffhaltiges Säureradical bezeichnet. Die Schwefelsäure ist dann $\overset{''}{S_2O_4}, O_2$. In der Kohlensäure kann man das Kohlenoxyd C_2O_2 als Radical annehmen. Die wasserfreie Kohlensäure ist dann $\overset{''}{C_2O_2}$, O oder $\left.\begin{matrix}\overset{''}{C_2O_2}\\\overset{''}{C_2O_2}\end{matrix}\right\}O_4$. b. secundärer Wassertypus.

Aus dem Typus Wasserstoffsuperoxyd $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_4$ leiten sich die Superoxyde der Metalle ab wie Mangansuperoxyd $\left.\begin{matrix}Mn\\Mn\end{matrix}\right\}O_4$ und Mangansuperoxydhydrat $\left.\begin{matrix}Mn\\H\end{matrix}\right\}O_4$. Typus Wasserstoffsuperoxyd.

Der dritte Wassertypus besteht aus 6 Atomen Wasser, hat die Formel $\left.\begin{matrix}H_3\\H_3\end{matrix}\right\}O_6$ oder $\left.\begin{matrix}HHH\\HHH\end{matrix}\right\}O_6$ und umfaßt die Oxyde der dreiatomigen c. Dritter Typus Wasser.

Radicale M_2O_3 oder $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{M}_2\\ \overset{'''}{M}_2\end{matrix}\right\}O_6$, z. B. Eisenoxyd: $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{Fe}_2\\ \overset{'''}{Fe}_2\end{matrix}\right\}O_6$. Ihre Hydrate sind $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{M}_2\\ H_3\end{matrix}\right\}O_6$, z. B. Thonerdehydrat $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{Al}_2\\ H_3\end{matrix}\right\}O_6$, ferner die Neutralsalze dieser Oxyde mit den einbasischen Säuren, z. B. salpetersaures Eisenoxyd $\left.\begin{matrix}3NO_4\\ \overset{'''}{Fe}_2\end{matrix}\right\}O_6$, dann die Salze und Hydrate der dreibasischen Säuren, z. B. das sauerstoffhaltige dreiatomige Radical der cPhosphorsäure ist PO_2, daher die Formel des Hydrats der gewöhnlichen Phosphorsäure $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{PO}_2\\ HHH\end{matrix}\right\}O_6$, der sauren Salze $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{PO}_2\\ HHM\end{matrix}\right\}O_6$ und der neutralen $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{PO}_2\\ M_3\end{matrix}\right\}O_6$ oder $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{PO}_2\\ \overset{'''}{M}_2\end{matrix}\right\}O_6$.

Zur Ableitung der Salze der zweibasischen Säuren mit den Metalloxyden M_2O_3 dient der Typus $\left.\begin{matrix}H_6\\ H_6\end{matrix}\right\}O_{12}$; daher neutrale schwefelsaure Thonerde $\left.\begin{matrix}3\overset{''}{S_2O_4}\\ 2\overset{'''}{Al}_2\end{matrix}\right\}O_{12}$.

Typus Schwefelwasserstoff.

Nach der Aehnlichkeit des Schwefels mit Sauerstoff stellt man, dem Wassertypus entsprechend, einen Typus Schwefelwasserstoff $\left.\begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\right\}S_2$ auf zur Ableitung der Schwefelmetalle, sowohl der Schwefelbasen, als Schwefelsäuren (Sulfosäuren), z. B. Schwefelkalium $\left.\begin{matrix}K\\ K\end{matrix}\right\}S_2$, Halbschwefelkupfer $\left.\begin{matrix}\overset{'}{Cu}_2\\ \overset{'}{Cu}_2\end{matrix}\right\}S_2$, das unterphosphorige Sulfid als einbasische Sulfosäure, seine Salze $\left.\begin{matrix}P\\ M\end{matrix}\right\}S_2$, der Schwefelkohlenstoff als zweibasische Sulfosäure $\left.\begin{matrix}\overset{''}{C_2S_2}\\ \overset{''}{C_2S_2}\end{matrix}\right\}S_4$, seine Salze $\left.\begin{matrix}\overset{''}{C_2S_2}\\ 2M\end{matrix}\right\}S_4$, Fünffachschwefelantimon-Schwefelkalium $\left.\begin{matrix}\overset{'''}{SbS_2}\\ Na_3\end{matrix}\right\}S_6$.

Typus Ammoniak.

Vom Typus Ammoniak $\left.\begin{matrix}H\\ H\\ H\end{matrix}\right\}N$ und Ammoniumoxydhydrat $\left.\begin{matrix}NHHHH\\ H\end{matrix}\right\}O$, das jedoch in Wirklichkeit nicht existirt, da das Ammoniumoxyd bei Abscheidung aus seinen Salzen in Wasser und Ammoniak zerfällt, sind zwar mehrere anorganische Verbindungen abzuleiten, welche aber nicht technisch wichtig sind, z. B. Chlorstickstoff $\left.\begin{matrix}Cl\\ Cl\\ Cl\end{matrix}\right\}N$, dagegen vom Typus Ammoniak eine große Zahl organischer Verbindungen, worunter viele der bekanntesten und wichtigsten Stoffe sind. Wie der des Wassers wird auch der Typus Ammoniak in mehreren multiplen Formen angewendet und zwar $\left.\begin{matrix}H\\ H\\ H\end{matrix}\right\}N$, $\left.\begin{matrix}H_2\\ H_2\\ H_2\end{matrix}\right\}N_2$ und $\left.\begin{matrix}H_3\\ H_3\\ H_3\end{matrix}\right\}N_3$.

Während bei vielen organischen und anorganischen Verbindungen eine klare Vorstellung über ihre Zusammensetzung durch die Annahme entsteht, daß der Wasserstoff des Typus durch Radicale ersetzt ist, ergiebt sich dieselbe bei manchen organischen Substanzen durch die Annahme, daß der Wasserstoff des Radicals durch ein anderes zusammengesetztes Radical ersetzt. So entsteht die Essigsäure $C_4H_3O_3$, wenn im Formyl C_2H, dem Radical der Ameisensäure C_2HO_3 ein anderes Radical, nämlich das Methyl C_2H_3 den Wasserstoff ersetzt. Die Essigsäure hat dann die Formel $C_2(C_2H_3)O_3$.

Der Wasserstoff der Radicale zeigt eine Eigenthümlichkeit, die dem Wasserstoff der Typen in gewissem Grade abgeht. Er kann oft durch einige Elemente und einfache organische Gruppen ganz oder theilweise ersetzt werden, ohne daß der ursprüngliche Charakter der Verbindung sich ändert. Diese Erscheinung heißt Substitution oder Metalepsie und wurde zuerst am Chlor beobachtet. Es verbindet sich mit Wasserstoff und ein zweites Atom Chlor tritt an die Stelle dieses Wasserstoffes. Aehnlich wirkt das Brom, seltener thut dieses das Jod wegen seiner geringeren Verwandtschaft zum Wasserstoff. Substitution, Metalepsie.

Bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf gewisse Stickstoffverbindungen verbindet sich der Sauerstoff derselben mit dem Wasserstoff der letzteren zu Wasser und von beiden Seiten wird Stickstoff frei. So zerfällt salpetrigsaures Ammoniak durch Erwärmen in Wasser und Stickstoff, nämlich: $NH_3, HO, NO_3 = 4HO + 2N$.

So entstehen aus organischen Verbindungen durch Ausscheiden des Stickstoffes und eines Theils des Wasserstoffs neue Körper. Zuweilen bilden aber die 3 At. Sauerstoff der salpetrigen Säure zwar mit 3 At. Wasserstoff der organischen Substanz Wasser, aber der Stickstoff wird nicht frei, sondern tritt statt des Wasserstoffes in die Verbindung und ersetzt als dreiatomiges Radical 3 Atome Wasserstoff.

Eine sehr große Reihe von Substitutionsproducten liefert die Untersalpetersäure durch die Einwirkung von Salpetersäurehydrat. Die Salpetersäure giebt dabei 1 Atom Sauerstoff an den Wasserstoff der organischen Substanz ab, das Wasser tritt aus und die aus der Salpetersäure entstandene Untersalpetersäure vertritt die Stelle des Wasserstoffs in der Atomgruppe. Durch fortgesetzte Einwirkung der Salpetersäure lassen sich mehrere Atome Wasserstoff nach einander durch Untersalpetersäure substituiren, selten aber alle. Die untersalpetersäurehaltigen Substitutionsproducte sind meist gelb gefärbt und heißen Nitrokörper oder nitrirte Substanzen.

Wenige Substitutionsproducte liefert das Stickstoffoxyd, viele aber die schweflige Säure und zwar durch Einwirkung von Schwefelsäurehydrat oder wasserfreier Schwefelsäure.

Um die durch Substitution des Wasserstoffs enstandenen Verbindungen als solche in ihren Formeln zu bezeichnen, setzt man die Zeichen der substituirenden Elemente oder Verbindungen entweder unter oder neben den Wasserstoff und klammert den substituirenden Körper ein, und unterläßt dies nur, wenn der Wasserstoff vollständig substituirt ist. So drücken z. B. die Formeln $C_4{}^{H_2}_{Cl}O_3$, HO und $C_4(H_2Cl)O_3$, HO aus, daß in der Essigsäure 1 Atom Wasserstoff durch Chlor substituirt wurde. $C_4Cl_3O_3$, HO ist Essigsäure, worin sämmtlicher Wasserstoff durch Chlor ersetzt ist. Die Untersalpetersäure der Nitrokörper bezeichnet man der Kürze wegen mit X, z. B. $C_{12}H_4O$, HO oder $C_{12}(H_4X)O$, HO.

Die aus den Typen durch Substitution entstehenden Producte heißen *Derivate*.

Homologie.

Bei vielen organischen Verbindungen führen weder Zersetzungen, noch Verbindungen zu rationellen Formeln. Obgleich man weiß, daß der Zucker durch Gährung in Weingeist und Kohlensäure zerfällt, so läßt sich derselbe doch nicht aus Weingeist und Kohlensäure zusammengesetzt denken, weil dies dem chemischen Charakter beider Stoffe widerspricht. Er verbindet sich wie eine Säure mit Basen und wie eine Basis mit Säuren. Es läßt sich daher über seine chemische Constitution nicht entscheiden. Bei vielen Verbindungen sind die Zerlegungen unklar und bei andern noch zu wenig untersucht.

Bei vielen Verbindungen dagegen führt Zersetzung und Bildung auf klare Vorstellungen über ihre Constitution. Ihr Verhalten ist bereits genau untersucht und ergiebt für große Reihen derselben so große Aehnlichkeit, daß die genaue Beschreibung einer einzigen Verbindung ein klares Bild der ganzen Reihe liefert, zu welcher er gehört. Dadurch ergiebt sich schon jetzt die Möglichkeit einer systematischen Classification für eine große Anzahl organischer Verbindungen. Häufig unterscheiden sich die zu einer Reihe gehörigen Körper von ähnlicher Zusammensetzung durch einen Mehr- oder Mindergehalt von 2 Atomen Kohlenstoff und 2 Atomen Wasserstoff oder einem einfachen Multiplum von C_2H_2. Diese ähnliche Zusammensetzung einer Reihe organischer Körper heißt *Homologie* und die Reihe selbst *homologe Reihe*. So sind Ameisensäure C_2HO_3, HO, Essigsäure $C_4H_3O_3$, HO, Propionsäure $C_6H_5O_3$, HO, Buttersäure $C_8H_7O_3$, HO, Valeriansäure $C_{10}H_9O_3$, HO, Capronsäure $C_{12}H_{11}O_3$, HO u. s. w. homologe Körper. Die Körper einer homologen Reihe zeigen häufig eine regelmäßige Steigerung physikalischer Eigenschaften, namentlich des Schmelz- und Siedepunktes. So siedet z. B. die Ameisensäure bei 100° C., die Essigsäure bei 119° C., so daß der Siedepunkt bei allen höher zusammengesetzten für je C_2H_2 beiläufig um 19° C. steigt.

Da bis jetzt noch nicht alle organischen Körper nach der Typentheorie classificirbar sind, so folgt hier blos eine Uebersicht von der Ableitung der technisch wichtigeren organischen Verbindungen. Bei der Beschreibung der organischen Körper ist die seither gebräuchliche Anordnung nach chemischen und physikalischen Eigenschaften, Vorkommen und technischer Benützung beibehalten. Die wichtigste Rolle in der Typentheorie spielen die *Alkohole* und *Aetherarten*.

Alkohole und Aether. Einatomige Alkohole.

Man unterscheidet Alkohole mit ein-, zwei- und dreiatomigen Radicalen, oder ein-, zwei- und dreiatomige Alkohole, je nachdem sie vom primären oder von einem secundären Wassertypus abzuleiten sind.

Das *Aethyl* ist C_4H_5, Aethyloxyd oder Aethyläther $\begin{matrix}C_4H_5\\C_4H_5\end{matrix}O_2$, Aethyloxydhydrat oder Aethylalkohol $\begin{matrix}C_4H_5\\HO_2\end{matrix}$, schwefelsaures Aethyloxyd $\begin{matrix}S_2O_4\\2C_4H_5\end{matrix}O_4$, zweifachschwefelsaures Aethyloxyd $\begin{matrix}\overset{''}{S}_2O_4\\H,C_4H_5\end{matrix}O_4$.

Bei der Aetherbildung vertauscht sich das Aethyl der Aethylschwefelsäure gegen den ersetzbaren Wasserstoff des unverändert vorhandenen Weingeistes:

$$\begin{matrix}\overset{''}{S}_2O_4\\C_4H_5,H\end{matrix}O_4 + \begin{matrix}C_4H_5\\H\end{matrix}O_2 = \begin{matrix}\overset{''}{S}_2O_4\\H,H\end{matrix}O_4 + \begin{matrix}C_4H_5\\C_4H_5\end{matrix}O_2.$$

Läßt man statt Weingeist Amylalkohol zur siedenden Aethermischung treten, so entsteht Amyl-Aethyläther: $\begin{matrix}C_{10}H_{11}\\C_4H_5\end{matrix}O_2$, was dafür spricht, daß auch die einfachen Aether zwei Atome Alkoholradical enthalten.

Das Aldehyd ist nach der Radicaltheorie Acetyloxydhydrat C_4H_3O, HO. Nach der Typentheorie enthält das Acetyl oder Acetoyl Sauerstoff $C_4H_3O_2$ und das Aldehyd ist demnach eine dem Typus Wasserstoff entsprechende Verbindung $\begin{matrix}C_4H_3\\H\end{matrix}O_2$. Nach der Radicaltheorie nimmt das Acetyloxyd bei der Essigbildung Sauerstoff auf, nach der Typentheorie erfolgt die Bildung der Essigsäure analog der Bildung des Wassers $\begin{matrix}C_4H_3O_2\\H\end{matrix}O_2$.

Das **Methyl** ist C_2H_3, Methyläther $\begin{matrix}C_2H_3\\C_2H_3\end{matrix}O_2$, Methylalkohol $\begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}O_2$. Durch Oxydation desselben entsteht Ameisensäure. Das sauerstoffhaltige Radical derselben, das Formoyl ist C_2HO_2 und enthält ein sauerstofffreies Radical, das Formyl, welches wie das Formyl der Radicaltheorie C_2H ist. Das Hydrat ist daher $C_2HO_3, HO = \begin{matrix}C_2HO_2\\H\end{matrix}O_2$ und das Formylchlorid oder Chloroform wie nach der Radicaltheorie C_2HCl_3.

Das Amyl ist $C_{10}H_{11}$, Amyläther $\begin{matrix}C_{10}H_{11}\\C_{10}H_{11}\end{matrix}O_2$, Amylalkohol $\begin{matrix}C_{10}H_{11}\\H\end{matrix}O_2$. Essigsaures Amyloxyd ist nach der Radicaltheorie $C_{10}H_{11}O, C_4H_3O_3 = \begin{matrix}C_4H_3O_2\\C_{10}H_{11}\end{matrix}O_2$.

Das **Cetyl** ist $\begin{matrix}C_{32}H_{33}\\H\end{matrix}O_2$, Cetyläther $\begin{matrix}C_{32}H_{33}\\C_{32}H_{33}\end{matrix}O_2$, Cetylalkohol oder Aethal $\begin{matrix}C_{32}H_{33}\\H\end{matrix}O_2$.

Beim Schmelzen des chinesischen Wachses mit Kali entsteht cerotinsaures Kali unter Abscheidung von Cerotylalkohol.

Das **Cerotyl** ist $C_{54}H_{55}$, Cerothyläther $\begin{matrix}C_{54}H_{55}\\C_{54}H_{55}\end{matrix}O_2$, Cerotylalkohol $\begin{matrix}C_{54}H_{55}\\H\end{matrix}O_2$.

Das **Melyl** ist $C_{60}H_{61}$, Melyläther $\begin{matrix}C_{60}H_{61}\\C_{60}H_{61}\end{matrix}O_2$, Melylalkohol oder Melissin $\begin{matrix}C_{60}H_{61}\\H\end{matrix}O_2$.

Die mehratomigen Alkohole liefern häufig Neutralsalze mit zwei oder drei Atomen Säure oder Säureradical und heißen dann **zwei- oder dreisäurige Alkohole**. Von letzteren ist nur einer, das Glycerin bekannt. Die **zweiatomigen Alkohole** heißen Glycole. Man bezeichnet sie näher durch die Namen der einatomigen Alkoholradicale, welche damit in Verbindung stehen, z. B. Äthylglycol. Bezeichnet $\overset{''}{R}$ ein zweiatomiges Radical, so ist die allgemeine Formel der Glycole $\begin{matrix}\overset{''}{R}\\HH\end{matrix}O_4$ nach dem secundären Wassertypus

Zweiatomige Alkohole, oder Glycole.

$\frac{HH}{HH}O_4$. Ihre Radicale entstehen aus den einatomigen Alkoholradicalen durch Abgabe von 1 Atom Wasserstoff und sind mit den dem Leuchtgas entsprechenden Kohlenwasserstoffen identisch.

Der Aethylglycol $\frac{C_4\overset{''}{H_4}}{HH}O_4$ enthält als Radical Leuchtgas, welches man als organisches Radical **Aethylen** genannt hat. Er entsteht durch Destillation von neutralem essigsauren Aethylen mit Kalihydrat und ist eine ölige Flüssigkeit von süßlichem Geschmack. Das essigsaure Aethylen entsteht durch Zersetzung von Jodäthylen durch essigsaures Silberoxyd, und Jodäthylen, wenn man Oelgas über Jod leitet.

Die Oxalsäure steht zum Aethylglycol in einem ähnlichen Verhältniß wie die Essigsäure zum Aethylalkohol. Während aber der Aethylalkohol $\frac{C_4H_5}{H}O_2$ zunächst zwei Atome Wasserstoff verliert, wenn er in Aldehyd übergeht, so verliert der Aethylglycol $\frac{C_4\overset{''}{H_4}}{HH}O_4$ bei der Bildung seines Aldehyds (Glyoxal) $\frac{\overset{''}{C_4}}{HH}O_4$ vier Atome Wasserstoff und nimmt bei der Säurebildung nicht zwei, sondern vier Atome Sauerstoff auf. Die Oxalsäure ist daher $\frac{\overset{''}{C_4}O_4}{2H}O_4$. Sie ist das Anfangsglied einer größeren Reihe homologer Säuren, nämlich:

Malonsäure $\frac{C_6\overset{''}{H_2}O_4}{H_2}O_4$

Bernsteinsäure $\frac{C_8\overset{''}{H_4}O_4}{H_2}O_4$ u. s. w.

Das Glycol wird durch Aufnahme von Wasser zu Glycolsäure $\frac{C_4\overset{''}{H}O}{HH}O_4$ und dieser homolog ist die Milchsäure $\frac{C_6\overset{''}{H_4}O_2}{H_2}O_4$.

Dreiatomige Alkohole.

Das Glycerin ist ein Alkohol mit dem dreiatomigen Radical Glyceril C_6H_5, also vom dritten Wassertypus abgeleitet $= \frac{C_6\overset{'''}{H_5}}{H_3}O_6$. Die Salze des

Glyceride.

Glyceryls heißen Glyceride; man bezeichnet sie mit dem Namen der Säure mit der Endsylbe in z. B. Acetin. Es giebt drei Reihen derselben, je nachdem ein, zwei oder drei Atome Wasserstoff durch das Säureradical ersetzt ist und bezeichnet sie durch griechische Zahlwörter: **Mono-**, **Di-** und **Triglyceride**, z. B. Mono-, Di- und Triacetin. Sie verhalten sich den Säuren gegenüber wie Alkohole und zwar die Monoglyceride als zweisäurige, die Diglyceride als einsäurige Alkohole. Die Triglyceride finden sich natürlich in den gewöhnlichen Fetten.

Die Aepfelsäure ist $\frac{C_8\overset{''}{H_4}O_6}{H_2}O_4$,

die Weinsäure $\frac{C_8H_4O_8}{H_2}O_4$,

die Citronsäure $\frac{C_{12}\overset{'''}{H_5}O_8}{H_3}O_6$.

Vom Typus Ammoniak und Ammonium abgeleitete Verbindungen. Diejenigen, worin Metalle oder Säureradicale den Wasserstoff vertreten, sind mehr indifferent oder nur schwache Basen, während jene, worin ihn Ammonium selbst oder Alkoholradicale vertreten, vorzugsweise Basen sind, oft stärker als Ammoniak und Ammonium selbst.

Eine Verbindung, worin ein Radical ein Atom Wasserstoff des ersten Ammoniaktypus vertritt, heißt **Amin** oder **Amid**. Kalium in Ammoniakgas zum Schmelzen erwärmt, giebt Kaliumamid. Die übrigen Amidverbindungen entstehen in der Regel durch doppelte Zersetzung, z. B. der sogenannte weiße Quecksilberpräcipitat NH_2Hg_2Cl entsteht durch Versetzen von Quecksilberchlorid mit schwachem Ueberschuß von Ammoniak. Das schwarze Pulver, welches durch Versetzen von Quecksilberchlorür mit Ammoniak entsteht, enthält zwei Aequivalente Quecksilber mehr und ist NH_2Hg_2Cl. Amide.

Die Verbindungen, worin ein Atom Wasserstoff des ersten Ammoniaktypus durch ein einatomiges Alkoholradical vertreten ist, heißen **Amin- oder Amidbasen** wie das Anilin $NH_2, C_{12}H_5$. Amidbasen.

Wenn zwei Atome Wasserstoff des ersten Ammoniaktypus durch ein und dasselbe oder durch zwei verschiedene Alkoholradicale vertreten sind, so entstehen die **Imidbasen**. So liefert z. B. Aethylamin mit Jodäthyl jodwasserstoffsaures Diäthylamin: $NH_2, C_4H_5 + C_4H_5I = NH, (C_4H_5)_2, HI$ und dieses mit Kali Jodkalium und Diäthylamin: $NH, (C_4H_5)_2, HI + KO = KI + NH, (C_4H_5)_2 + HO$. Auch das Coniin $NH, C_{16}''H_{14}$ gehört hieher. Imidbasen.

In den **Nitrilbasen** sind alle drei Wasserstoffatome des ersten Ammoniaktypns durch ein oder durch drei verschiedene Alkoholradicale ersetzt. Durch Behandlung von Diäthylamin mit Jodäthyl entsteht jodwasserstoffsaures Triäthylamin: $NH, (C_4H_5)_2 + C_4H_5I = N(C_4H_5)_3, HI$, und dieses bildet mit Kali Triäthylamin: $N(C_4H_5)_3, HI + KO = KI + N(C_4H_5)_3 + HO$. Auch das Nicotin $N, C_{10}'''H_7$ und Picolin $NC_{12}H_7$ gehören hieher. Nitrilbasen.

Die **Amide des secundären Ammoniaktypus** N_2, H_2, H_2, H_2 oder $N_2\begin{cases}H_2\\H_2\\H_2\end{cases}$ heißen **Diamide** wie das Oxamid $N_2, H_2, H_2, C_4''O_4$, welches durch Erhitzen von neutralem oxalsaurem Ammoniak entsteht, ein geschmackloses Pulver. **Secundäre Diamide**, d. h. solche, worin 4 Atome Wasserstoff vertreten sind, kennt man noch nicht, wohl aber **ternäre**, wie das Succinamid $N_2(C_8''H_4O_4)_3$. Diamide.

Die **Amide des tertiären Ammoniaktypus** N_3, H_3, H_3, H_3 oder $N_3\left.\begin{matrix}H_3\\H_3\\H_3\end{matrix}\right\}$ heißen **Triamide** wie das Anilinroth, welches durch Salpetersäure entsteht, nämlich $N_3\begin{cases}(C_{12}H_5)_3\\H_3\\NO_4, H_2\end{cases}$. Die drei Wasserstoffatome können der Reihe nach durch Alkoholradical ersetzt werden und in dem Maaße, als dies geschieht, wird das Anilinroth violett und dann blau: Triamide.

$$N_3\begin{cases}(C_{12}H_5)_3\\C_2H_3, HH\\NO_4, HH\end{cases} \qquad N_3\begin{cases}(C_{12}H_5)\\(C_2H_3)_2H.\\NO_4, HH\end{cases}$$

Die Verbindungen, welche man vom Typus Ammoniumoxydhydrat und Ammonium ableitet, sind nicht technisch wichtig.

Analyse der organischen Körper.

Es giebt für die organischen Körper keine so bestimmten Reagentien wie für die anorganischen und die meisten Reagentien für anorganische Körper sind für die organischen schon deshalb nicht anwendbar, weil sie dieselben leicht zersetzen und unkenntlich machen. Säuren, Alkalien und hohe Wärmegrade müssen möglichst vermieden werden.

Um einen organischen Körper genauer untersuchen zu können, muß man ihn erst aus seinen Verbindungen und Gemengen abscheiden durch Anwendung indifferenter Lösungsmittel wie Wasser, Weingeist, Aether. Aus diesen Auszügen erhält man nachher die organischen Körper durch Krystallisiren, Destilliren und Sublimiren.

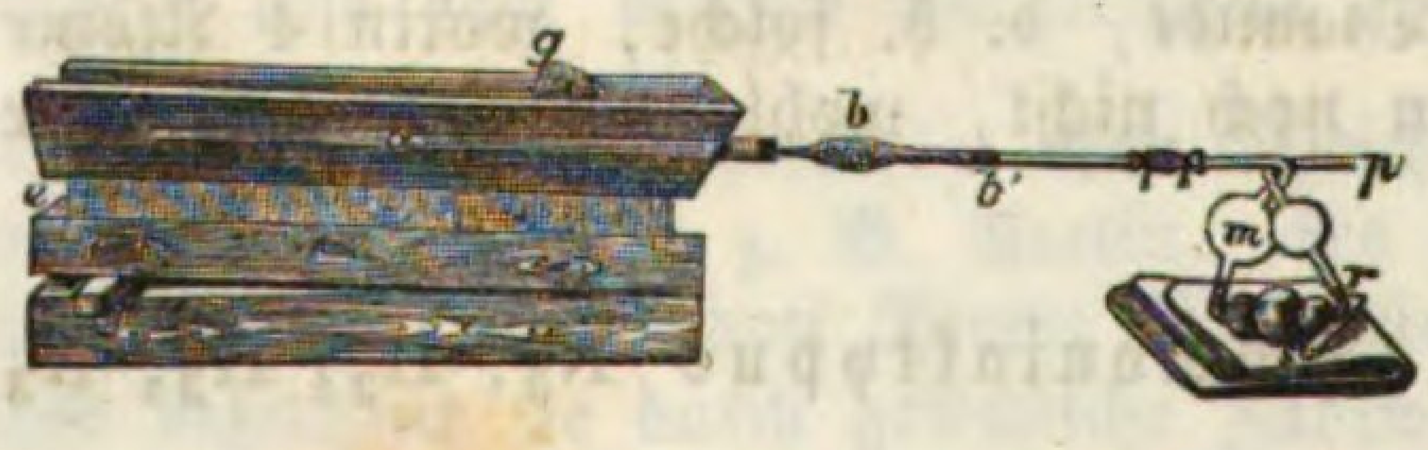
Erst im isolirten Zustande kann man sie an ihren physikalischen Eigenschaften, an ihrem Verhalten zu Säuren, Alkalien, Erd- und Metallsalzen und bei verschiedenen Temperaturen erkennen. Da sich indessen die wenigsten durch deutliche Reactionen unterscheiden, so ist das zuverlässigste Mittel, einen organischen Körper zu erkennen,

die Elementaranalyse.

Sie lehrt, in welchen Gewichtmengen die Elemente in den organischen Körpern enthalten sind, und besteht der Hauptsache nach in einer Verbrennung durch Glühen mit Kupferoxyd oder chromsaurem Bleioxyd. Aus den Verbrennungsproducten Kohlensäure und Wasser berechnet man den Kohlenstoff und Wasserstoff der Körper, nach deren Abzug die Menge des Sauerstoffs übrig bleibt. Der Stickstoff wird als Gas aufgefangen oder besser als Ammoniak bestimmt, Schwefel und Phosphor als Schwefelsäure und Phosphorsäure.

Der zu analysirende Körper wird zuerst getrocknet in einem luftleeren Gefäße im Wasser- oder Salzbad Man wiegt ihn und glüht ihn, gemengt mit der 60- bis 80fachen Menge von frisch geglühtem Kupferoxyd oder mit chromsaurem Bleioxyd in einer langen engen Röhre a von schwerschmelzbarem Glas, an deren eines Ende man ein abgewogenes Rohr b mit Stückchen geschmolzenen Chlorcalcium durch einen Kork befestigt, während das entgegengesetzte Ende vor der Lampe ausgezogen und zugeschmolzen wird. Das andere Ende des Chlorcalciumrohrs steht gleichfalls durch einen Kork, welchen eine Glasröhre durchbohrt und durch ein Kautschukrohr mit dem mit concentrirter Kalilauge gefüllten Kugelapparate m r in Verbindung. Das Verbrennungsrohr a erhitzt man in einem kleinen Ofen e anfangs langsam, nachher bis zum Glühen.

196.



Kohlenstoff und Wasserstoff des organischen Körpers verbinden sich mit dem Sauerstoff des Kupferoxyds zu Kohlensäure und Wasser. Das Wasser wird vom Chlorcalcium, die Kohlensäure vom Kali absorbirt.

Um den Stickstoff als Ammoniak zu bestimmen, glüht man $^1/_4$ oder $^1/_2$ Quint des Körpers mit dem gleichen Gewichte Kali oder Natron und dem doppelten Gewichte Kalk in einer Glasröhre und fängt das Ammoniak in verdünnter Salzsäure auf, schlägt es mit Platinchlorid nieder und berechnet aus dem erhaltenen Platinsalmiak den Stickstoff.

Zur Bestimmung des Schwefels und Phosphors behandelt man den organischen Körper mit Salpetersäure oder Königswasser, oder erhitzt ihn mit

Salpeter, fällt die entstandene Schwefelsäure mit Barytsalz, die Phosphorsäure mit Magnesia und Ammoniak, glüht den letzteren Niederschlag und berechnet aus dem schwefelsauren Baryt den Schwefel und aus der phosphorsauren Magnesia den Phosphor.

Wenn man die Procente jedes Bestandtheils durch das **Atomgewicht** desselben dividirt, so erhält man die **Atomzahl** desselben.

Um zu erfahren, ob das relative Verhältniß auch absolut richtig ist (d. h. ob die Formel nicht z. B. statt C_2H_4, C_4H_8 oder C_8H_{16} heißen muß), verbindet man die organische Substanz mit einer anorganischen Basis, z. B. Bleioxyd, Baryt, verbrennt die Verbindung, und wiegt den Rückstand, so hat man die Menge der Basis. Es verhält sich aber die Menge der Basis zu der zur Analyse verwendeten Menge des organischen Körpers, wie das bekannte Atomgewicht der ersteren zu x, d. h. zu dem unbekannten Atomgewichte der organischen Verbindung. Vertheilt man die einzelnen Bestandtheile nach dem procentigen Resultate der Elementaranalyse auf das Atomgewicht der organischen Verbindung, so erhält man die wahre Anzahl der Atomgewichte.

Bei Verbindungen, welche sich nicht weiter mit andern Körpern verbinden, läßt sich die Atomzahl nur dann ermitteln, wenn sie Gasform haben oder doch ohne Zersetzung annehmen können, indem man weiß, daß die in einem Volum des Gases enthaltenen Atome stets das vierfache Volum ihres Aequivalentes Sauerstoff einnehmen, d. h. es geht aus dem specifischen Gewicht dieser Gase hervor, daß sich die Volume sämmtlicher Bestandtheile zu vier Volumen verdichtet haben. Das spec. Gewicht des Gases multiplicirt mit 4 ergiebt daher das absolute Gewicht eines Volums der Verbindung im Gaszustand.

Organische Säuren.

Da die meisten organischen Körper sich mit den stärkeren Basen verbinden können, ohne aber sonst den Mineralsäuren ähnlich zu sein, so versteht man unter organischen Säuren nur solche Körper organischen Ursprungs, welche mit den meisten Basen den Salzen der Mineralsäuren ähnliche Verbindungen bilden. Die meisten organischen Säuren sind fest, krystallisirbar, nur wenige bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssig, wie Essigsäure, Ameisensäure und Milchsäure. Die meisten verkohlen in der Hitze, nur wenige verflüchtigen sich ohne Zersetzung, wie Essigsäure, Ameisensäure und Bernsteinsäure. Viele liefern bei der trocknen Destillation neue Säuren, sogenannte Brenzsäuren.

Die meisten sind in Wasser und Alkohol löslich; unlöslich in beiden sind nur die Schleimsäure und Harnsäure, unlöslich in Wasser sind die nicht flüchtigen Fettsäuren. Die meisten röthen Lackmus. Sie treiben größtentheils die schwächeren anorganischen Säuren, z. B. Kohlensäure, aus ihren Verbindungen mit Basen aus, und, wo unlösliche Salze dadurch entstehen, oft auch die stärksten, wie Schwefelsäure.

Die organischen Säuren sind theils Producte organischer Processe in Pflanzen und Thieren, theils rein chemischer Processe, welche nach dem Tode derselben durch Einwirkung der Luft, der Wärme und anorganischer Säuren und Basen eingeleitet werden.

Die ersteren kommen entweder allgemein verbreitet vor, oder nur in einzelnen Theilen oder Familien. Viele finden sich frei, andere an anorganische oder organische Basen gebunden.

Die wichtigsten organischen Säuren bilden folgende homologe Gruppen:

Buttersäuregruppe	$C_n H_{n-1} O_3$: $\overline{Fo} = C_2HO_3$, $\overline{A} = C_4H_3O_3$, $\overline{Bu} = C_8H_7O_3$, $\overline{Va} = C_{10}H_9O_3$, $\overline{Oen} = C_{14}H_{13}O_3$.
Milchsäuregruppe	$C_n H_{n-1} O_5$: $\overline{La} = C_6H_5O_3$.
Weinsäuregruppe	$C_n H_{n-4} O_{10}$: $\overline{T}$ und $\overline{U}$, beide $= C_8H_4O_{10}$.
Aepfelsäuregruppe	$C_n H_{n-4} O_8$: $\overline{M} = C_8H_4O_8$.
Bernsteinsäuregruppe	$C_n H_{n-4} O_6$: $\overline{Su} = C_8H_4O_6$.
Citronsäuregruppe	$C_n H_{n-7} O_{11}$: $\overline{Ci} = C_{12}H_5O_{11}$.
Benzoësäuregruppe	$C_n H_{n-9} O_3$ u. O_5: $\overline{Bz} = C_{14}H_5O_3$.
Feste Fettsäuren	$C_m H_{m-1} O_3$: $\overline{Str} = C_{68}H_{66}O_5$, $\overline{Plt} = C_{32}H_{31}O_3$.
Oelige Fettsäuren	$C_m H_{m-3} O_3$ u. O_5: $\overline{Ol} = C_{36}H_{33}O_3$.
Gerbsäuren	$C_{2m} H_{m-1} O_n$: $\overline{Qt} = C_{18}H_8O_{12}$, $\overline{Mt} = C_{18}H_8O_8$.
Säuren ohne gemeinschaftlichen Charakter	: Pektin $C_{64}H_{48}O_{64}$.
Gepaarte Säuren	: Harnsäure und Hippursäure.

Organische Radicale oder Oxyde organischer Radicale, welche sich mit (anorganischen oder organischen) Säuren verbinden, so daß die Säure weder ihren Charakter als Säure, noch ihre Sättigungscapacität verliert, sonst aber für sich und in ihren Salzen der freien Säure unähnlich ist, heißen **Paarlinge** und die Säuren selbst **gepaarte Säuren**, z. B. die Zuckerschwefelsäure, welche durch Auflösung des Krümelzuckers in concentrirter Schwefelsäure entsteht und nicht durch Barytsalze gefällt wird; die Hippursäure = Fumaramid + Benzoësäure, $C_{18}H_8NO_5 = C_4H_3NO_2 + C_{14}H_5O_3$; die Harnsäure, 2 Atom Harnsäure = Harnstoff + Urilsäure $2C_5HN_2O_2 = C_2H_4N_2O_2 + C_8N_2O_4$.

Die chemische Bezeichnung der organischen Säuren besteht in dem Anfangsbuchstaben ihres lateinischen Namens mit darübergesetztem Minuszeichen z. B. Essigsäure, Acidum aceticum = $\bar{A}$, Weinsäure Acidum tartaricum = $\bar{T}$.

Wichtigkeit der organischen Säuren. Sie sind besonders wichtig als Bestandtheile säuerlicher Früchte und Weine, zur Bereitung vieler Speisen, Getränke und Arzneien, in der Kattundruckerei zu Aetzbeizen. Man bedruckt nämlich einzelne Stellen damit, um die mit der Faser verbundene Beize (Thonerde oder Eisenoxyd) aufzulösen und zu entfernen, wodurch die Stellen beim Ausfärben weiß bleiben. Mehrere Salze derselben dienen als Beizen in der Färberei, theils weil diese Säuren die Faser weniger angreifen als die anorganischen, theils weil die Salze von den Farbstoffen leichter zersetzt werden. Die Gerbsäuren sind zu diesen Zwecken nicht anwendbar, wohl aber zum Gerben und Schwarzfärben. Viele dienen als Reagentien.

Buttersäuregruppe.

$C_n\ H_{n-1},\ O_3,\ HO.$

Die Säuren enthalten mit Inbegriff ihres Wassergehaltes (1 Atom) einen dem Leuchtgase polymeren Kohlenwasserstoff mit 4 At. Sauerstoff, verlieren aber bei ihrer Verbindung 1 At. Wasser, die gebundene Säure enthält also Leuchtgas weniger 1 At. Wasserstoff und 3 Sauerstoff. Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur trofbar flüssig, schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig, so daß sie einen Augen und Nase reizenden Geruch verbreiten, sind in Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältniß löslich und bilden meist auflösliche Salze.

Essigsäure.

Die Essigsäure (Acidum aceticum) $\bar{A}$ oder Acetylsäure $AcO_3 = C_4H_3O_3 = \frac{C_4H_3O_2}{C_4H_3O_2}O_2$ bildet 2 Hydrate.

Das erste Hydrat, $C_4H_3O_3, HO = \frac{C_4H_3O_2}{H}O_2$, Eisessig, Radicalessig kommt in farblosen Blättern oder Tafeln vor, welche über + 12° R. schmelzen zur wasserhellen Flüssigkeit von 1,063 spec. Gew., von stechendem Geruch und scharf saurem Geschmack, sie zieht auf der Haut weiße Blasen, kocht bei 96° R., läßt sich unverändert destilliren, raucht schwach an feuchter Luft und zieht Wasser daraus an. Sie mischt sich in allen Verhältnissen

mit Wasser, Alkohol und Aether, auch mit ätherischen Oelen und löst Harze auf.

Das zweite Hydrat, $C_4H_3O_3$, 3HO ist eine farblose Flüssigkeit von 1,078 spec. Gew. und kocht bei 83°R.

Vorkommen. Die Essigsäure findet sich frei und gebunden in vielen Pflanzensäften, aber immer nur in so kleiner Menge, daß es noch ungewiß ist, ob sie nicht erst durch Zersetzung des vorhandenen Zuckers entstanden ist. Sie entsteht nämlich aus Alkohol, Schleim, Gummi und verschiedenen organischen Säuren durch Einwirkung der Luft (Essiggährung), besonders unter Vermittlung poröser Körper, wie Platinschwarz, durch trockene Destillation des Holzes und anderer Pflanzenstoffe, und ist der Hauptbestandtheil des Essigs.

Darstellung. Man sättigt die durch trockene Destillation des Holzes oder durch die Essiggährung weingeisthaltiger Flüssigkeiten erhaltene unreine und wässrige Essigsäure mit Basen, läßt die essigsauren Salze krystallisiren, reinigt sie durch mäßiges Erhitzen oder Behandeln mit Thierkohle und destillirt mit Schwefelsäure. (Vgl. essigs. Natron, Kalk, Kupferoxyd). Sie darf übermangansaures Kali nicht mehr entfärben.

Wichtigkeit. Die Essigsäure ist die billigste Pflanzensäure, besonders wichtig als Hauptbestandtheil des Essigs und wird auch mit Wasser verdünnt statt dessen benützt.

In der Chemie dient sie als Auflösungsmittel zur Scheidung vieler Stoffe, weil sich fast alle ihre Salze in Wasser und Weingeist auflösen, weil sie organische Körper nicht so leicht zersetzt wie Mineralsäuren und durch Erhitzen sich wieder entfernen läßt. Sie dient ferner zur Darstellung vieler Salze, besonders in der Pharmacie, Farbfabrikation und Färberei, hauptsächlich auch wegen ihrer Auflöslichkeit und Auflösungskraft für die verschiedenen Oxyde und viele organische Stoffe, wie Pflanzenalkalien, Kleber, Leim, Harze, ohne selbst in concentrirtem Zustande die organische Faser anzugreifen.

Die essigsauren Salze oder Acetate sind auflöslich in Wasser und Weingeist, verlieren zum Theil durch Glühen Essigsäure, meist aber entwickeln sie eine ätherartige Flüssigkeit (Essiggeist) und ein kohlensaures Salz bleibt zurück. Sie sind von größter Wichtigkeit für die Färberei und Kattundruckerei: 1. diejenigen Beizen, welche beim Trocknen die flüchtige Essigsäure leicht abgeben, wie die Verbindungen des Eisens und der Thonerde, 2. die, welche, wie Bleioxyd und Baryt, mit Schwefelsäure unlösliche Verbindungen bilden, dienen zur Darstellung essigsaurer Salze aus Sulphaten, wie Alaun, Eisen-, Kupfer-, Manganvitriol.

Ausmittlung. Man erkennt die Essigsäure an ihrem Geruch, wenn sie frei vorkommt, oder aus einem Salze durch Schwefelsäure frei wird. Quecksilberoxydulsalze fällen aus den Salzlösungen silberglänzende Schuppen von essigsaurem Quecksilberoxydul. Tinte und Eisenoxydsalze überhaupt färben sie wie Ameisensäure dunkelrothbraun; sie reducirt aber nicht wie jene das salpetersaure Quecksilberoxydul [1]).

Das essigsaure Natron, NaO, $\bar{A}$, 6HO bildet farblose klinorhombische Säulen von salzig bitterlichem Geschmack und verwittert nur schwach an der Luft. Man erhält es mittelst Zersetzung von essigsaurem Kalk durch schwefelsaures Natron, dampft zur Krystallisation ab, schmilzt die braunen

1) Die brandölhaltige Essigsäure thut dies jedoch gleichfalls.

Krystalle, wodurch sich Brandöl und Brandharz zersetzt, löst wieder auf, krystallisirt und wiederholt dies, bis man farblose Krystalle erhält. Es dient zur Darstellung der Essigsäure und einiger essigsauren Salze. Man verwandelt den essigsauren Kalk deshalb in essigsaures Natron, weil ersterer nicht viel weniger Wärme zur Zerstörung erfordert, als das Brandharz, so daß die vollständige Verkohlung desselben nicht gelingt, ohne zugleich eine bedeutende Menge Essigsäure mit zu zerstören, was beim essigsauren Natron nicht so leicht geschieht. Die concentrirte Essigsäure bereitete man früher aus essigsaurem Bleioxyd, allein ein Ueberschuß von Schwefelsäure bildet hier leicht schweflige Säure, welche die Essigsäure verunreinigt, während sich beim Natronsalz 2fach schwefelsaures Natron bildet, welches sich erst bei einer Temperatur zersetzt, wo die Essigsäure schon überdestillirt ist.

Die essigsaure Kalkerde, $CaO, \bar{A}$ erscheint in zerfließlichen Nadeln, entsteht durch Sättigen des Holzessigs mit kohlensaurem Kalk und zuletzt mit gebranntem Kalk und dient zur Bereitung anderer essigsaurer Salze, namentlich des essigsauren Natrons durch Zersetzung mittelst schwefelsauren Natrons, um das theuerere kohlensaure Natron zu sparen.

Da die Bereitung der Essigsäure aus dem essigsauren Natron wegen des dabei nöthigen Röstens und mehrmaligen Umkrystallisirens umständlich und kostspielig ist, so hat man die Essigsäure unmittelbar aus dem essigsauren Kalk zu gewinnen gesucht. Man dampft auf die Hälfte ab. Durch Zusatz von etwas Salzsäure (bis zur schwach sauren Reaction, 2 — 3%) wird ein großer Theil des mit Kalk verbundenen Brandharzes und Brandöles ausgeschieden. Das Harz wird abgeschäumt, das Oel nebst Kreosot u. s. w. verflüchtigt. Man dampft hierauf zur Trockne ab und destillirt mit Salzsäure. Das noch vorhandene Brandharz kann hier nicht, wie bei der Anwendung von Schwefelsäure mit übergehen, weil die ganze Masse (Chlorcalcium) bis zum Ende der Destillation flüssig bleibt, während der trockene schwefelsaure Kalk das Anhängen begünstigt. Die erhaltene Essigsäure ist völlig farblos; der Rest des Brandölgeruches ist nur noch schwach, aber um so schwieriger zu beseitigen. Man destillirt über 1% Braunstein mit 2% englischer Schwefelsäure, digerirt dann mit Holzkohle und destillirt nochmals.

Nur Buchenholz, nicht aber die Nadelhölzer liefern auf solche Weise von jeder Spur Empyreuma freie Essigsäure, und eine sorgfältigere Reinigung gestatten die niedrigen Preise der reinen Essigsäure nicht. Da auch der Verbrauch der holzessigsauren Salze zu schwach ist, so lassen die meisten Gasfabriken, welche Nadelholz verarbeiten, den Holzessig noch unbenützt abfließen.

Die essigsaure Thonerde, $Al_2O_3, 3\bar{A}$ ist gleichfalls ein zerfließliches Salz und wird erhalten mittelst Zersetzung von Alaun durch essigsaures Bleioxyd, wobei schwefelsaures Bleioxyd niederfällt und essigsaure Thonerde und schwefelsaures Kali gelöst bleibt. Das essigsaure Bleioxyd kann auch essigsauren Kalk ersetzen. Es ist ein vorzügliches Beizmittel auf Baumwolle, besonders für Krapproth, daher **Rothbeize** genannt, ferner für persische Beeren, Gelbholz und Quercitron.

Die Auflösung der essigsauren Thonerde trübt sich an der Luft durch Ausscheidung eines basischen Salzes. Beim Kochen trübt sie sich nur in Gegenwart eines andern Salzes, z. B. schwefelsauren Kalis, aber der Niederschlag löst sich beim Erkalten wieder auf.

Das essigsaure Eisenoxydul, $FeO, \bar{A}$, blaßgrüne, verwitternde, leicht lösliche Prismen, erhält man durch Auflösen von Eisen in Holzessig. Es wird sehr häufig als Eisen- oder Schwarzbeize für Kattun, Filz, Leder und Holz angewendet, weil es die Faser weniger angreift als der Vitriol und seine Basis leichter abgiebt.

Das essigsaure Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 3\bar{A}$, eine dunkel rothbraune, nicht krystallisirende Flüssigkeit erhält man durch Auflösen von gerostetem Eisen in Essigsäure und Aussetzen des mit Säure befeuchteten Eisens an die Luft, wodurch es sich schnell oxydirt oder durch Fällung von schwefelsaurem Eisenoxyd mit essigsaurem Bleioxyd. Es dient bisweilen, jedoch weit seltner als Oxydulsalz als Schwarzbeize.

Das neutrale essigsaure Bleioxyd oder der Bleizucker, PbO, $\bar{A}$, 3HO krystallisirt in großen platten vierseitigen Prismen von zuckersüßem, hintennach zusammenziehendem Geschmack, löst sich in $1\frac{1}{2}$ Th. Wasser, auch in Alkohol, verwittert oberflächlich an der Luft und zieht allmälig Kohlensäure an unter Abgabe von Essigsäure. Es ist wie alle Bleisalze giftig. Man erhält es durch Auflösen von Bleioxyd in Essigsäure bis zur Sättigung und Ansäuern des entstandenen basisch essigsauren Bleioxyds mit Essigsäure. Oder man benetzt Weichblei mit Essigsäure, so, daß die Luft Zutritt hat. Es dient zur Firniß- und Farbbereitung, als Beize, zur Darstellung von essigsaurer Thonerde u. a. Salzen und in der Medicin.

Bevor die Reinigung der Essigsäure von Brandharz im essigsauren Natron bekannt war und die mit Kohle gereinigte schwache Essigsäure daher blos auf Bleizucker und Grünspan verarbeitet wurde, diente der Bleizucker als das billigere der beiden Salze zur Darstellung der concentrirten Essigsäure (s. essigsaures Natron S. 228).

Der Bleizucker wird durch Wärme sehr leicht zersetzt und muß daher sehr langsam abgedampft werden, wobei die Arbeiter leicht der Bleikolik unterliegen. Es ist daher zweckmäßiger: Man läßt bei der Destillation der Essigsäure den Dampf statt von Wasser, von Bleiglätte absorbiren, während die Wasserdämpfe entweichen. Das Verfahren eignet sich auch für andere essigsaure Salze, namentlich essigsaures Kali.

Mit Bleizucker befeuchtetes und getrocknetes Papier glimmt fort, wenn es angezündet wird, dient daher als Zunder und zur Darstellung der **Sprengcylinder** zum Sprengen des Glases, indem man das Papier noch feucht fest zusammenrollt und dann trocknet. Um sie auszulöschen, muß man sie in Sand stecken. Sie haben die **Sprengkohle** (aus Räucherkerzchenmasse) ganz verdrängt, weil letztere zu häufig abbricht.

Das zweifachbasisch oder $\frac{1}{3}$ essigsaure Bleioxyd, 3PbO, $\bar{A}$, 2HO bildet blättrige Krystalle, braucht wenig über die Hälfte seines Gewichtes Wasser zur Auflösung, wird aber durch Weingeist in neutrales auflösliches und dreifach basisches unauflösliches Salz zersetzt. Man erhält es durch Digestion des Bleizuckers mit Bleiglätte. Die Auflösung, (**Bleiessig**) ist wichtig zur Darstellung des Bleiweißes nach der französischen Methode, in der Medicin sowohl für sich als mit Wasser verdünnt (**Goulard'sches Wasser**), zum Tränken des Papiers, welches nach dem Trocknen Zunder bildet.

Das Goulard'sche Wasser ist, wenn auch mit destillirtem Wasser bereitet, trüb, entweder weil die Kohlensäure des Wassers kohlensaures Bleioxyd fällt, oder weil überbasisch essigsaures Salz vorhanden ist, aus welchem das Wasser Bleioxydhydrat fällt.

Das neutrale essigsaure Kupferoxyd, CuO, $\bar{A}$, HO heißt im Handel destillirter (anstatt „krystallisirter") [1]) Grünspan. Er krystallisirt in dunkelgrünen rhombischen Säulen, welche an der Luft oberflächlich verwittern, hat einen widerlichen Geschmack, löst sich in 13 Th. kaltem und 5 kochendem Wasser auf, verbrennt mit grüner Flamme und ist sehr giftig. Beim Erhitzen entweicht Essigsäure; Kohle, Kupfer und Kupferoxydul bleiben zurück. Man erhält ihn durch Kochen des basisch essigsauren Kupferoxyds mit Essig, oder durch Zersetzung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit essigsaurem Bleioxyd und braucht ihn in der Färberei und Kattundruckerei als grüne Saftfarbe und zur Darstellung des Radicalessigs. Er liefert, obgleich selten dazu verwendet, ein weit schöneres Schweinfurter Grün als der blaue Grünspan.

Das basisch essigsaure Kupferoxyd bildet den gewöhnlichen Grünspan. Erzeugt man ihn dadurch, daß man mit Essig besprengte Kupferplatten warmer Luft aussetzt, wie in Grenoble, so besteht er aus 2fach oder $\frac{1}{3}$ basischem Salz, 3CuO', $\bar{A}$, 3HO, einem graulichgrünen, in Wasser löslichen Pulver und aus $1\frac{1}{2}$basischem, 3CuO, 2$\bar{A}$, 6HO, einem bläulichen, unauflöslichen Pulver.

---

1) Von den Holländern, die es ursprünglich allein bereiteten, so genannt, um andere Fabriken irre zu leiten.

Schichtet man die Kupferplatten mit sauer gewordenen Weintrestern, wie in Montpellier, so entsteht einfach (oder 1/2) basisches Salz, $2CuO,\bar{A},6HO$, welches in seidenglänzenden himmelblauen Schuppen erscheint und durch Wasser in Neutralsalz und in die 2 genannten basischen Salze zerlegt wird.

Erstere Sorte heißt **grüner Grünspan** und wird als reicher an Essigsäure der letzteren oder dem **blauen Grünspan** vorgezogen. Der Grünspan dient als Oelfarbe, in der Färberei, Kattundruckerei, zur Darstellung mehrerer Farben und mit Weinstein und arabischem Gummi aufgelöst als blaugrüne Saftfarbe.

Der blaue Grünspan hat mehr Körper als der grüne. Er bildete früher mit Bleiweiß (weil er für sich zu stark lasirt) fast ausschließlich die grünen Lack- und Oelanstriche, welche namentlich gegen Witterungseinflüsse von hoher Dauer waren. Der anfangs blaue Anstrich nimmt erst nach einigen Tagen an der Luft eine schön smaragdgrüne Farbe an, indem das Oel als Fettsäure mit dem Kupferoxyd in Verbindung tritt. Der Grünspan muß aber vor dem Abreiben gestoßen werden, und sowohl das damit verbundene lästige Stäuben als die lange Zeit, welche er bei seiner Zähigkeit zum Abreiben selbst erfordert, ließ ihn durch das minder schöne und noch weniger haltbare, aber sehr gut deckende Oelgrün (S. 191) verdrängen.

Aus dem Grünspan stellte man früher durch trockene Destillation concentrirte Essigsäure dar, deren stechender Geruch durch das Aroma des dabei gebildeten Acetons gemildert war und daher häufig als Riechmittel gebraucht wurde. Das Aceton entsteht auf Kosten eines guten Theiles der Essigsäure.

Das essigsaure Manganoxydul, $MnO,\bar{A}$ ist ein in Wasser und Weingeist leicht lösliches Salz, welches man durch Fällen von schwefelsaurem Manganoxydul mit essigsaurem Bleioxyd erhält und als unauslöschliche Tinte benützt, indem man mit der Auflösung schreibt und die Schrift über Salmiakgeist hält.

Ameisensäure.

Die Ameisensäure (Acidum formicum), $\bar{Fo}$ oder Formylsäure, FoO_3, $C_2HO_3,HO = \frac{C_2HO_2}{H}O_2$ ist eine farblose Flüssigkeit von einem der Essigsäure ähnlichen Geruch. Sie unterscheidet sich von der Essigsäure hauptsächlich dadurch, daß sie Silber- und Quecksilbersalze reducirt. Sie kommt in den Ameisen und in vielen andern Insecten, in den Wachholderbeeren, in den Haaren der Brennessel und in mehreren Nadelhölzern vor und entsteht durch Oxydation vieler organischer Körper. Aus den Ameisen erhält man sie gemengt mit einem ätherischen Oel durch Destillation mit Wasser. Gewöhnlich bereitet man sie durch Destillation eines Gemenges von 1 Th. Weinsäure, Milchzucker oder Stärke gelöst in 2 Th. Wasser, 3 Th. Braunstein und 3 Th. mit gleichem Gewichte Wasser verdünnter Schwefelsäure. Man braucht sie in der Medicin und zur Beschleunigung photographischer Aufnahmen.

Chloroform. Wenn sich das Radical der Ameisensäure, das Formyl, C_2H statt mit 3 Sauerstoff mit 3 Chlor verbindet, so entsteht das Formylsuperchlorid, oder Chloroform, $FoCl_3$, C_2HCl_3. Es ist eine farblose Flüssigkeit von 1,48 spec. Gew. von angenehmem, süßlichem Geruch und süßem, brennendem Geschmack, kocht bei 48° R. und läßt sich nicht entzünden. Es ist in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser löslich. Es löst Brom, Jod, Schwefel, Phosphor und Harze auf. Unter Wasser zersetzt es sich nicht, wohl aber durch Luft und Licht. Man erhält es durch Destillation von 1 Gewichtstheil Weingeist (von 90% Tralles), 4 Th. Wasser und 8 Chlorkalk [1]). Chloroform geht über, ameisensaurer Kalk, Chlorcalcium und

1) Dieses Verhältniß stimmt zwar nicht mit der theoretischen Erklärung überein,

Wasser bleiben zurück. $C_4H_6O_2 + 6CaO,ClO = 3CaO,C_2HO_3 + 3CaCl + 8HO + C_2H,Cl_3$. Auch Holzgeist liefert Chloroform.

Aus beiden entsteht zugleich etwas brenzliches Oel, aus Holzgeist jedoch weit mehr und von einem andern Geruch. Durch wiederholte Rectification mit concentrirter Schwefelsäure wird es zerstört.

Man benützt die Einathmung des Dunstes zur Betäubung bei chirurgischen Operationen. Das mit brenzlichem Oel verunreinigte, daher besonders das Holzgeistchloroform verursacht öfters üble Nachwirkungen und zuweilen selbst den Tod. Es soll zum Einbalsamiren benützt, Farbe, Gestalt, Volum und Biegsamkeit der Theile erhalten, wird auch zur Aufbewahrung des Fleisches empfohlen und hat den Vorzug vor dem Kreosot, daß es den Eiweißstoff nicht gerinnen macht.

Buttersäure.

Die Buttersäure (A. butyricum), $\overline{Bu}, C_8H_7O_3, HO = \frac{C_8H_7O_2}{H}O_2$ ist farblos, sehr dünnflüssig, von brennend saurem Geschmack, zeichnet sich unter den Säuren dieser Gruppe besonders durch ihren Geruch und Geschmack nach ranziger Butter aus und hinterläßt auf Papier einen wieder verschwindenden Fettfleck. Sie unterscheidet sich von der Essigsäure dadurch, daß sie salpetersaures Silberoxyd fällt, aber (auch selbst beim Kochen) nicht wie die Ameisensäure reducirt. Der Niederschlag unterscheidet sich von Chlorsilber dadurch, daß er beim Kochen ziemlich löslich ist. Sie findet sich im Johannisbrod, im Harn und Schweiß und entsteht beim Ranzigwerden und Verseifen der Butter und bei manchen Gährungsprocessen aus Zucker durch Einwirkung fauliger Thierstoffe. (S. auch Buttersäuregährung.) Man erhält sie durch Destillation des buttersauren Kalks mit Schwefelsäure. Sie dient zur Darstellung von Buttersäureäther, oder dem sogenannten Ananasöl und dieses zu künstlichem Rum.

Baldriansäure.

Die Baldriansäure oder Valeriansäure (A. valerianicum) $\overline{Va}, C_{10}H_9O_3, HO = \frac{C_{10}H_9O_2}{H}O_2$ ist farblos von etwas ölartiger Consistenz, saurem, stechendem, der Baldrianwurzel ähnlichem Geruch und scharf saurem Geschmack. Sie findet sich in der Baldrianwurzel (valeriana officinalis) in mehreren andern Pflanzen, auch in Thierstoffen, und entsteht bei der Fäulniß des Käses oder Behandlung des Käsestoffes und anderer Körper mit Kalihydrat, sowie durch Oxydation des Kartoffelfuselöls.

Man erhält sie durch Destillation der Baldrianwurzel, am billigsten aber durch Behandlung des Fuselöls mit 2fach chromsaurem Kali und Schwefelsäure. Sie dient zur Darstellung des valeriansauren Amyloxyds oder des sogenannten Aepfelöls.

---

weil der Chlorkalk nicht reiner unterchlorigsaurer Kalk ist (vgl. S. 114), aber es hat in der Praxis die größte Ausbeute geliefert.

Oenanthsäure [1]).

Die Oenanthsäure, $\overline{Oe}$ oder Oenanthylsäure, OeO_3, $C_{14}H_{13}O_5, HO$ ist eine flüchtige, ölartige Flüssigkeit von schwach aromatischem Geruch und Geschmack, schwer in Wasser, leicht in Alkohol und Aether löslich, siedet bei 118° R. und entsteht durch Oxydation des Ricinusöls, des Wachses oder der Oelsäure (durch anhaltendes Kochen mit gleichen Theilen Salpetersäure von 1,25).

Das Radical dieser Säure oder das Oenanthyl, $C_{14}H_{13}$ bildet noch eine andere, sehr wichtige Säure,

die önanthylige Säure, $C_{18}H_{18}O_4 = C_{18}H_{17}O_3, HO$. Sie ist unter 10° R. weiß, butterartig, darüber eine farblose Flüssigkeit von weinartigem, schwach ranzigem Geruch und brennend scharfem Geschmack, leichter als Wasser, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Weingeist und Aether, siedet bei 208° R., röthet Lackmus und bildet mit Aether den Oenanthäther, welcher im Fuselöl des Weins und Kornbranntweins enthalten ist, und den eigenthümlichen Geruch des Weins bedingt, der lange in leeren Weinflaschen zurückbleibt, ist aber nicht mit der Blume des Weins zu verwechseln. (Die Entstehung desselben s. m. unter „Wein"). Man erhält sie durch Zersetzung des Oenanthäthers mit Kali und Destillation des önanthyligsauren Kali mit Schwefelsäure, oder durch Digestion der Oelsäure mit gleichen Theilen Salpetersäure von 1,25.

Milchsäuregruppe.

$$C_n H_{n-1} O_5, HO.$$

Es ist nur eine Säure dieser Gruppe genauer bekannt.

Milchsäure.

Die Milchsäure (A. lacticum), $\overline{La}$, $C_6H_5O_3$, HO ist eine farblose, syrupartige Flüssigkeit, die auch in der Kälte nicht krystallisirt, geruchlos, von saurem Geschmack, ist in Wasser, Weingeist und Aether löslich, röthet Lackmus und unterscheidet sich von der Essigsäure dadurch, daß sie nicht flüchtig ist,

---

1) Früher war dies der Name der önanthyligen Säure von oinos Wein und anthos Blume, weil man sie für die Ursache der sogenannten Blume des Weins hielt. Als man später eine andere Säure entdeckte, welche eine höhere Oxydationsstufe des Oenanthyls bildet, so gab man dieser den Namen Oenanthsäure oder Oenanthylsäure und nannte nun erstere önanthylige Säure. Da sich aber nachher zeigte, daß die önanthylige Säure zwar der Bestandtheil eines Riechstoffes im Weine ist, aber nicht der der eigentlichen Weinblume, so nannte Berzelius die Oenanthsäure Aboleinsäure von ab von und oleum Oel und die önanthylige Säure Sitinsäure von sitos Getreide. Die meisten Chemiker haben jedoch den Namen Oenanthsäure für die Sitinsäure beibehalten und nennen die andere Aboleinsäure. Die Sitinsäure stimmt sowohl in Zusammensetzung als Eigenschaften mit der Pelargonsäure aus den Geraniumblättern (Pelargonium roseum) überein und wird daher sehr allgemein als identisch mit derselben betrachtet, allein sie sollen sich doch darin unterscheiden, daß die Sitinsäure zersetzt wird, wenn man sie für sich destillirt, die Pelargonsäure aber nicht.

phosphorsauren Kalk leicht auflöst und Eiweiß niederschlägt, bildet aber wie diese meist lösliche Salze, sie wird nicht wie die Kleesäure von Kalk, nicht wie die Weinsäure von Kali und nicht wie Aepfelsäure und Citronsäure von essigsaurem Bleioxyd gefällt. Die milchsauren Salze der Schwermetalloxyde sind in kaltem Wasser meist unlöslich, in siedendem aber leicht löslich. Die Lösung des milchsauren Zinkoxyds erstarrt beim Erkalten zu einem Brei von Krystallnadeln. Sie findet sich im Pflanzenreiche spärlich, reichlicher in thierischen Säften, besonders im Magensafte, entsteht aber meistens aus Zucker, besonders Milchzucker und aus Stärkmehl, bei einer Art Gährung (Milchsäuregährung) in Thier- und Pflanzensäften, z. B. beim Sauerwerden der Milch, in saurer Lohbrühe, sauer gewordenen Gemüsen, im Sauerkraut. Sie bildet den Hauptbestandtheil der Magensäure und bewirkt vorzüglich die Verdauung, vermöge ihrer auflösenden Kraft für phosphorsauren Kalk, Thierfaserstoff und andere organische Stoffe. Sie ist besonders wichtig zum Schwellen der Häute in der Gerberei, weil sie unter den Säuren, welche schon in geringer Menge den Kalk und Faserstoff auflösen (Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure) die einzige nicht flüchtige ist. Man erhält sie aus milchsaurem Kalk durch Schwefelsäure.

Weinsäuregruppe.

$$C_n\,H_{n-4}O_{10}.$$

Sie umfaßt außer der Weinsäure noch ihre Umwandlungsproducte, die Metaweinsäure, Isoweinsäure und Paraweinsäure oder Traubensäure, von denen die letztere auch natürlich vorkommt. Sie sind sämmtlich isomer, leicht krystallisirbar, leicht in Wasser, wenig in Weingeist und nicht in Aether löslich, röthen Lackmus stark, sind sehr geneigt, saure Salze und Doppelsalze zu bilden, oxydiren Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung, sind nicht flüchtig und bilden in der Hitze unter Entwicklung von Wasser und Kohlensäure andere Säuren, die zum Theil auch im Pflanzenreich vorkommen. Die wässrigen Lösungen gehen bald unter Schimmelbildung in Essigsäure über.

Weinsäure.

Die Weinsäure oder Weinsteinsäure (A. tartaricum), $\overline{T}$, $C_8H_4O_{10},2HO = C_8{}^{H_4O_8}_{H_2}O_4$ krystallisirt in schiefen rectangulären Prismen, ist in $1\frac{1}{2}$ Th. Wasser löslich und ist eine zweibasische Säure; das neutrale weinsaure Kali ist daher $2KO,\overline{T}$ und das 2fachweinsaure Kali $= KO,\overline{T}$. Sie verwandelt sich beim Schmelzen zuerst in wasserfreie Weinsäure oder Tartrelsäure, dann in Metaweinsäure und Isoweinsäure oder Tartralsäure. Diese sind sämmtlich amorph, zerfließen an der Luft, gehen aber allmälig wieder in Weinsäure über. Bei längerem Erhitzen destillirt Brenzweinsäure über.

Vorkommen. Sie findet sich theils frei, theils als saures Kali- oder neutrales Kalksalz vorzüglich in säuerlichen Fruchtsäften, besonders in den Trauben.

Darstellung. Man löst gereinigten Weinstein, $KO,\overline{T}$ in kochendem Wasser und sättigt mit Kreide: $2(KO,\overline{T}) + 2CaO,CO_2 = 2KO\overline{T} + 2CaO,\overline{T} + CO_2$; neutraler weinsaurer Kalk fällt nieder und das in Auflösung bleibende

neutrale weinsaure Kali wird dann mit Chlorcalcium zersetzt, wobei abermals einfach weinsaurer Kalk niederfällt und Chlorkalium gelöst bleibt, $2KO,\bar{T} + 2CaCl = 2KCl + 2CaO,\bar{T}$. Man zersetzt den weinsauren Kalk durch Schwefelsäure, filtrirt den schwefelsauren Kalk von der Weinsäure ab und verdampft zur Krystallisation.

Wichtigkeit. Die Weinsäure ist ein wesentlicher Bestandtheil des Weins. Obgleich sie im Uebermaß der Güte desselben schadet, darf sie doch dem besten Weine nie ganz fehlen. Sie dient als Reagens auf Kali, in der Färberei und Kattundruckerei, zur Bereitung der Limonade und des Brausepulvers. Sie bildet mehrere wichtige Salze, besonders den Weinstein.

Die weinsauren Salze, Tartrate sind meist in Wasser unauflöslich, nur die neutralen Salze der Alkalien sind leicht löslich. Viele der unauflöslichen lösen sich in überschüssiger Weinsäure oder in andern Säuren. Die Auflösungen zersetzen sich bald, oft unter Bildung von kohlensauren Salzen. Die weinsauren Salze sind besonders für die Wollenfärberei und Kattundruckerei von Wichtigkeit, weil sie nicht nur selbst eine große Anziehungskraft zur Wollenfaser besitzen, sondern auch die Aufnahme anderer Beizen durch die Wollenfaser vermitteln, und weil die weinsauren Alkalien als Aetzbeizen lösliche Salze mit den Metalloxyden bilden, die selbst von überschüssigen Alkalien nicht gefällt werden.

Ausmittlung. Man erkennt die Weinsäure und ihre Salze leicht an dem eigenthümlichen Geruch, den sie bei stärkerem Erhitzen entwickeln. Auf nassem Wege erhält man einen krystallinischen Niederschlag von 2fach weinsaurem Kali, wenn man irgend ein lösliches Kalisalz zusetzt. Bei Anwendung von kohlensaurem Kali entsteht jedoch durch eine zu große Menge des Reagens blos neutrales weinsaures Kali, welches leichtlöslich ist und daher keinen Niederschlag giebt.

Das doppeltweinsaure Kali oder der **gereinigte Weinstein**, $KO,\bar{T}, HO$ krystallisirt in harten, farblosen, 4seitigen Säulen, die aber selten deutlich ausgebildet sind, hat einen säuerlichen Geschmack, ist in 200 Th. kaltem und 15 Th. heißem Wasser löslich, in Weingeist unauflöslich, zersetzt sich beim Glühen und läßt Kohle und kohlensaures Kali zurück. Es sondert sich bei der Nachgährung des Weins in bräunlich oder röthlich gefärbten Krusten an den Wänden der Fässer als **roher Weinstein** mit Hefe, Farbstoff und weinsaurer Kalkerde ab. Der rohe Weinstein wird **raffinirt**, d. h. gemahlen, in heißem Wasser gelöst, mit Thierkohle und (zur besseren Abscheidung der Kohle mit) Thon versetzt, um den Farbstoff niederzuschlagen, filtrirt, krystallisirt, aufgelöst und wieder krystallisirt. Der raffinirte Weinstein oder **Weinsteinrahm** dient zur Herstellung von reinem kohlensaurem Kali und das dabei erhaltene Gemenge des kohlensauren Kali mit Kohle auch als schwarzer Fluß zur Reduction der Metalle. Da er mit Kupferoxyd ein auflösliches Doppelsalz ($KO,CuO,\bar{T}$) bildet, dient er zum Blanksieden von Gold- und Silberwaaren und zur nassen Versilberung, ferner zum Verzinnen kleiner Gegenstände ($KO,SnO,\bar{T}$). Beim Färben der Wolle scheint er deren geringe Adhäsion zu Flüssigkeiten oder Farblösungen zu erhöhen, wie dies überhaupt freie Säuren thun, ohne die angreifende Wirkung der Mineralsäuren oder den hohen Preis der organischen Säuren zu haben. Ferner dient er als Arzneimittel und zur Darstellung der Weinsäure, des neutralen weinsauren Kali und verschiedener als Arzneimittel wichtiger Doppelsalze.

Zur Entfernung der bei der Raffination entstehenden weinsauren Thonerde kocht man den Weinstein mit etwas schwefelsaurem Kali und Schwefelsäure. Es entsteht 2fach weinsaures Kali und schwefelsaure Thonerde, die in der Mutterlauge bleibt.

Man raffinirt den Weinstein auch durch Auflösen in verdünnter Salzsäure statt in Wasser (concentrirte Säure zersetzt ihn theilweise in freie Weinsäure und Chlorkalium), entfärbt mit Thierkohle, krystallisirt und wäscht die Krystalle mit Wasser. Die Salzsäure dient mehrmals zu demselben Zweck, bis sie endlich zu viel Eisen enthält, welches sie dem Weinstein entzieht.

Das weinsaure Natronkali oder **Seignettesalz**, $KO,NaO,\overline{T}+8HO$ krystallisirt in großen 4= und 6seitigen Säulen, löst sich in $1^1/_4$ kaltem und noch viel weniger heißem Wasser auf, wird erhalten durch Sättigung des Weinsteins mit kohlensaurem Natron und dient in der Medicin als abführendes Mittel.

Das weinsaure Eisenoxydulkali, welches man durch Digestion von Eisenfeilspänen mit Wasser und Weinstein erhält, ist ein weißes in Wasser schwer lösliches Pulver, das sich an der Luft höher oxydirt und dadurch schwarz und in Wasser auflöslich wird. Man formt es zu Kugeln, die man unter dem Namen **Stahlkugeln** zu künstlichen Eisenbädern benützt.

Das weinsaure Antimonoxydkali oder der Brechweinstein $KO,SbO_3\overline{T}+HO$ krystallisirt in quergestreiften quadratischen Oktaedern, die an der Luft weiß und zerbrechlich werden. Es hat einen metallisch scharfen Geschmack, löst sich in 15 Th. kaltem und 3 Th. heißem Wasser, in Weingeist ist es unlöslich. Man erhält es durch Kochen von Weinstein mit Wasser und Antimonoxyd bis zur Sättigung. Als das einzige in Wasser lösliche Antimonpräparat ist es einer der wichtigsten Arzneistoffe, besonders als Brechmittel.

Die Traubensäure (A. uvicum), $\overline{U}$ ist der Weinsäure isomer und sehr ähnlich. Sie krystallisirt in klinorhombischen Säulen und unterscheidet sich von der Weinsäure hauptsächlich dadurch, daß sie oberflächlich verwittert, nicht wie die Weinsäure in $1^1/_2$, sondern erst in 6 Th. Wasser löslich ist und von verdünnter Chlorcalcium- oder gesättigter Gypslösung augenblicklich gefällt wird, während die Weinsäure unverändert bleibt. Sie kommt in manchen Weinsteinen vor, besonders im italienischen, weniger im deutschen und französischen, aber in so kleiner Menge, daß sie meistens beim Raffiniren des Weinsteins in der Mutterlauge zurückbleibt. Man sättigt den Weinstein mit kohlensaurem Natron; das weinsaure Kali-Natron krystallisirt aus, das nicht krystallisirbare Salz der Traubensäure wird dann durch Chlorcalcium gefällt und mit Schwefelsäure geschieden. Sie kann wie die Weinsäure benützt werden.

Citronsäuregruppe.

$$C_n\,H_{n-7}O_{11}.$$

Diese Gruppe umfaßt die Citronsäure und ihre Umwandlungsproducte wie die Pyrocitronsäure, Lipinsäure, Aconitsäure. Diese Säuren zerfallen beim Erhitzen mit Kali in Essigsäure und durch Gährung in Bernsteinsäure.

Citronsäure.

Die Citronsäure (A. citricum), $\overline{Ci}$, $C_{12}H_5O_{11}$, $3HO = C_{12}{}^{\overset{'''}{H}_5 O_8}_{H_3} O_6$ krystallisirt in geraden rhombischen Prismen von angenehm saurem Geschmack, welche in trockner und warmer Luft verwittern. Sie enthält verschiedene Mengen Krystallwasser, je nach dem sie aus kalter oder heißer Lösung krystallisirt, oder verwittert ist; löst sich in $^3/_4$ kaltem und $^1/_2$ heißem Wasser, weniger in Weingeist, leicht in Aether auf.

Vorkommen. Sie findet sich meist frei, nämlich im Saft der Citronen, aber neben andern Säuren auch in vielen einheimischen säuerlichen

Früchten, wie in den Himbeeren, Heidelbeeren, Erdbeeren und besonders in Moos- und Preißelbeeren, die fast nur Citronsäure enthalten.

Darstellung. Man erhält sie aus dem Citronensafte, indem man ihn durch Kochen mit Eiweiß klärt, mit Kreide sättigt und den citronsauren Kalk durch Schwefelsäure zersetzt.

Die citronsauren Salze oder Citrate sind in Wasser häufig unauflöslich, die der Alkalien aber sämmtlich löslich und oft nicht krystallisirbar. Die unauflöslichen sind in Säuren und häufig in alkalischen Citraten löslich.

Ausmittlung. Man erkennt die Citronsäure daran, daß ihre neutralen Salze von Chlorcalcium in der Kälte nicht, sondern erst bei 80° R. gefällt werden, weil citronsaurer Kalk in der Kälte leichter löslich ist, als in der Wärme. Ferner ist der Niederschlag von citronsaurem Bleioxyd in Ammoniak löslich.

Man benützt sie wie den Citronensaft in der Färberei, Kattundruckerei und zur Bereitung der Limonade.

Aepfelsäuregruppe.

$C_n H_{n-4} O_8$.

Sie enthält außer der Aepfelsäure noch die durch Erhitzen daraus entstehende Maleinsäure und Fumarsäure, welch' letztere auch in der **Fumaria officinalis** natürlich vorkommt. Sie verwandeln sich durch Kali in Essigsäure und Oxalsäure und durch Gährung in Bernsteinsäure.

Aepfesäure.

Die Aepfelsäure (A. malicum), $\bar{M}$, $C_8H_4O_8 + 2HO = C_8 {}^{\overset{\prime\prime}{H}_4}_{H_2} O_6 O_4$ krystallisirt in körnigen Massen oder in blumenkohlartig gruppirten Blättchen, ist geruchlos, von stark saurem Geschmack, zerfließt an der Luft und löst sich leicht in Wasser und Weingeist.

Vorkommen. Sie findet sich frei und gebunden in vielen sauren Pflanzensäften, besonders in Früchten.

Darstellung. Man bereitet sie gewöhnlich aus den nicht ganz reifen Vogelbeeren durch Fällung des Saftes mit Bleiessig. Man löst den Niederschlag von äpfelsaurem Bleioxyd in kochendem Wasser, filtrirt und zersetzt ihn durch Schwefelwasserstoff, stellt aus der Aepfelsäure 2fach äpfelsaures Ammoniak her, reinigt durch Krystallisation, fällt wieder mit Bleiessig, dann mit Wasser und dampft ab.

Die äpfelsauren Salze oder Malate sind meist in Wasser auflöslich und häufig nicht krystallisirbar. Die schwer löslichen sind in freier Aepfelsäure löslich. In Alkohol sind die meisten Neutralsalze unlöslich und werden aus der wässrigen Lösung durch Alkohol gefällt.

Ausmittlung. Die Aepfelsäure unterscheidet sich von der Citronsäure, daß sie nicht nur in der Kälte, sondern auch beim Erhitzen nicht von Chlorcalcium gefällt wird, von allen übrigen Säuren aber dadurch, daß das äpfelsaure Bleioxyd in kochendem Wasser schmilzt und sich dann auflöst.

Wichtigkeit. Unreines äpfelsaures Eisenoxydul bereitet man durch Digestion des Saftes säuerlicher Aepfel mit metallischem Eisen und benützt

es als Arzneimittel. Außerdem ist die Aepfelsäure wichtig als eine der meist verbreiteten Pflanzensäuren und findet in der Kattundruckerei ähnliche Benützung wie die Citronsäure.

Sauerkleesäure [1]).

Die Sauerkleesäure, Kleesäure oder Oxalsäure (A. oxalicum), $\overline{O}$, $C_4O_6,2HO = \frac{C_4''O_4}{2H}O_4$ krystallisirt mit 3 At. Wasser in klinorhombischen Säulen, welche in trockner Luft verwittern. Sie löst sich in 8 Th. kaltem und 1 Th. kochendem Wasser und in 4 Th. Weingeist, ist geruchlos, von scharf saurem Geschmack und eine der stärksten Säuren, und zwar wie die Weinsäure zweibasisch. In größerer Menge (1 Loth) ist sie giftig. Gegenmittel sind Magnesia und Kreide. Bei 120° R. sublimirt sie unverändert, aber in stärkerer Hitze zersetzt sie sich in Kohlenoxyd, Kohlensäure und Ameisensäure. Die wässrige Lösung hält sich unverändert.

Vorkommen. Die Sauerkleesäure findet sich selten frei, sondern meist gebunden und zwar gewöhnlich an Kali als 2fach saures Salz in vielen Pflanzen, besonders im Sauerklee und Sauerampfer, im Guano und bildet mit Kalk häufig die Blasensteine beim Menschen [2]). Auch im Mineralreich kommt sie vor — an Eisenoxyd gebunden in der Moorkohle als Oxalit, wo sie übrigens jedenfalls vegetabilischen Ursprungs ist, aber sie entsteht auch aus der schwarzen Masse, welche bei der Darstellung des Kaliums aus Kohlenoxyd und Kohle mit übergeht, wenn diese mit Wasser und Luft in Berührung kommt.

Darstellung. Früher wurde sie aus dem Safte des Sauerklees dargestellt, jetzt erhält man sie billiger durch Erhitzen von Zucker oder Stärkmehl mit Salpetersäure oder durch Erhitzen von Holzpulver mit Kali und Natron, Zersetzung der oxalsauren Alkalien durch Kalk und des oxalsauren Kalks durch Schwefelsäure.

Wichtigkeit. Die Oxalsäure ist wichtig wegen ihrer großen Verbreitung im Pflanzenreich. In der Chemie dient sie als Reagens auf Kalk und Gold und in der Kattundruckerei zu Beizen und Aetzbeizen. (S. Tafeldruck und Enlevage).

Die oxalsauren Salze oder Oxalate der Alkalien sind in Wasser löslich, alle übrigen nicht oder schwer löslich. Die oxalsauren Salze zeichnen sich dadurch aus, daß sie beim Erhitzen nicht verkohlen. Die der leicht reducirbaren Metalle liefern beim Erhitzen Kohlensäure und reguliniſches Metall, die der schwer reducirbaren Kohlenoxyd und kohlensaure Verbindungen.

Ausmittlung. Die freie und gebundene Oxalsäure wird sogleich von Gypsauflösung gefällt, die Traubensäure erst nach einiger Zeit und die

---

1) Die Sauerkleesäure wird wegen ihrer Zusammensetzung und weil man sie aus anorganischen Stoffen herstellen kann, gewöhnlich zu den anorganischen Säuren gezählt. Da sie jedoch bei weitem häufiger in Pflanzen oder aus Pflanzenstoffen entsteht, und in ihrem chemischen Verhalten weit mehr mit den Pflanzensäuren als irgend einer anorganischen Säure übereinstimmt, so wird sie besser mit diesen abgehandelt.

2) Sie entsteht im thierischen Organismus, wie es scheint, aus Harnsäure, denn nach dem Genusse von harnsauren Salzen findet sich Harnstoff und Oxalsäure im Urin.

der übrigen Säuren gar nicht. Der traubensaure Kalk ist in Essigsäure auflöslich, der oxalsaure Kalk aber nicht. Auf Platinblech erhitzt schmilzt die Oxalsäure anfangs in ihrem Krystallwasser und verflüchtigt sich dann ohne Verkohlung.

Das zweifach sauerkleesaure Kali oder Sauerkleesalz, $KO,\bar{O} + 3HO$ krystallisirt in luftbeständigen klinorhombischen Säulen von saurem Geschmack und löst sich in 40 Th. kaltem und 6 Th. siedendem Wasser. Man erhält es durch Einkochen des mit Blut geklärten Sauerkleesaftes und benützt es in der Kattundruckerei und zum Ausmachen der Tinten- und Rostflecke, indem das Salz mit dem Eisenoxyd ein leicht lösliches Doppelsalz ($3KO, 3Fe_2O_3, 3\bar{O}$) bildet.

Bernsteinsäuregruppe.

$$C_n H_{n-4} O_6, 2HO.$$

Die Säuren dieser Gruppe entstehen fast nur durch Oxydation der Fette und einiger anderer Stoffe durch Salpetersäure, sind leicht krystallisirbar und wenig flüchtig, daher bei gewöhnlicher Temperatur geruchlos, und lassen sich ohne Zersetzung sublimiren, sind in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich und röthen Lackmus. Es ist nur eine davon wichtig.

Bernsteinsäure.

Die Bernsteinsäure (A. succinicum), $\bar{S}u$, $C_8H_4O_6,2HO = \frac{C_8H_4''O_4}{H_2}O_4$ krystallisirt in schiefen rectangulären Säulen, findet sich im Bernstein, in einigen Terpentinsorten und in einigen Pflanzen, entsteht bei der Gährung verschiedener Substanzen als Haupt- oder Nebenproduct, ferner, wenn man Fett oder Wachs längere Zeit mit Salpetersäure digerirt, oder Bernstein destillirt. Man erkennt die unreine Bernsteinsäure an ihrem Geruch nach brenzlichem Bernsteinöl, die reine Bernsteinsäure fällt neutrale Eisenoxydsalze rothbraun, die ähnliche Benzoësäure dagegen bräunlichweiß, während die meisten übrigen organischen Säuren mit Eisenoxyd lösliche Salze bilden. Man braucht sie in der Medicin und zur Scheidung des Eisenoxyds von Manganoxydul, da letzteres nicht davon gefällt wird.

Benzoësäuregruppe.

$$C_n H_{n-9} O_3 \text{ oder } O_5.$$

Die Säuren dieser Gruppe sind fest, leicht krystallisirbar, in reinem Zustande geruchlos, schmelzbar und ohne Veränderung sublimirbar, schwer löslich in kaltem Wasser, leicht löslich in Weingeist und Aether. Viele kommen in ätherischen Oelen oder Balsamen vor, einige entstehen durch Oxydation derselben. Die niederen Oxydationsstufen ihrer Radicale sind oft bekannte flüchtige Oele des Pflanzenreiches. Nur eine dieser Säuren findet einige Anwendung, nämlich die

Benzoësäure.

Die Benzoësäure (A. benzoicum), $\bar{B}$ oder Benzoylsäure, $BO_3,C_{14}H_5O_3 =$

$\left.\begin{matrix}C_{14}H_5O_2\\C_{14}H_5O_2\end{matrix}\right\}O_2$, krystallisirt mit 1 At. Wasser in Nadeln und Blättern, und riecht gewöhnlich von anhängendem ätherischem Oel nach Benzoëharz, ganz rein ist sie geruchlos, hat einen schwach sauren, aber lange anhaltenden Geschmack und röthet Lackmus schwach. Der Dampf erregt Husten und Thränen. Sie löst sich in 200 kaltem Wasser, aber leicht in Weingeist, Aether, Chloroform, ätherischen und fetten Oelen. Wenn sich das Radical der Benzoësäure oder das Benzoyl ($C_{14}H_5O_2$) mit 1 At. Wasserstoff verbindet, so bildet es das Bittermandelöl ($C_{14}H_6O_2$), welches durch Oxydation an der Luft wieder in Benzoësäure übergeht. Sie entsteht auch durch Oxydation des Anis-, Fenchel- und Zimmtöls mit Salpetersäure und findet sich in vielen Harzen, namentlich in der Benzoë, auch in Nelken, Zimmt, Calmuswurzeln und andern Pflanzentheilen.

Man erhält sie, wenn man eine weingeistige Lösung des Benzoëharzes mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron in Wasser sättigt und das benzoësaure Natron durch Schwefelsäure zersetzt. Sie dient als Arzneimittel, bisweilen auch wie die Bernsteinsäure zur Scheidung des Eisenoxyds von Manganoxydul (S. 239), wozu sie früher den Vorzug hatte, wo die Bernsteinsäure sehr theuer war.

Fettsäuren.

Feste Fettsäuren. $C_mH_{m-1}O_3, HO$.

Die festen Fettsäuren sind einander in ihren physischen und chemischen Eigenschaften so ähnlich, daß man die meisten nur durch Elementaranalyse unterscheiden kann. Sie haben dieselben physikalischen Eigenschaften wie die festen Fette selbst. Sie sind nämlich bei gewöhnlicher Temperatur fest und krystallisirbar, farblos, leichter als Wasser, geschmack- und geruchlos, erzeugen auf Papier einen bleibenden Fettfleck, schmelzen unter 80° R., lassen sich nur im luftleeren Raume destilliren, sind nur in Aether und kochendem Weingeist löslich. Sie zersetzen sich beim Erhitzen an der Luft und lassen sich entzünden, röthen Lackmus nur schwach und treiben in der Wärme die Kohlensäure aus ihren Verbindungen aus. Sie entstehen durch die Verseifung der Fette.

Stearinsäure.

Die Stearinsäure oder Talgsäure (A. stearicum), $\bar{S}tr$, $C_{36}H_{35}O_3, HO = \left.\begin{matrix}C_{36}H_{35}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$, krystallisirt in geschmolzenem Zustand in weißen glänzenden Nadeln und aus Auflösungen in Weingeist in Blättchen, ist ohne Geschmack, von schwachem Talggeruch, härter und spröder als Wachs und schmilzt bei 56° R. Die talgsauren Alkalien sind in Wasser löslich, zersetzen sich aber in verdünnter Lösung in basisches auflösliches und saures unauflösliches Salz.

Vorkommen. Die Stearinsäure findet sich in den meisten Fetten und zwar in um so größerer Menge, je fester sie sind, daher besonders (etwa zu $^3/_4$) im Talg, dagegen kaum zu $^1/_4$ in den Oelen.

Darstellung. Man stellt sie zur Kerzenfabrikation gemengt mit Palmitinsäure dar, indem man Talg durch Kochen mit Kalkhydrat und Wasser verseift, den fettsauren Kalk durch Schwefelsäure oder Salzsäure abscheidet,

wobei sich schwefelsaurer Kalk, oder Chlorcalcium abscheidet, oder man erwärmt die Fette längere Zeit mit Wasserdampf unter Mitwirkung von Schwefelsäure. Da die Oelsäure durch die Schwefelsäure gefärbt ist, so hängt von ihrer vollkommenen Entfernung nicht nur die Härte und Geruchlosigkeit der festen Fettsäuren, sondern auch die vollkommen weiße Farbe derselben ab. Der größere Theil der Oelsäure wird durch kaltes, der letzte Rest durch warmes Pressen beseitigt.

Durch Erhitzen der Fette mit Wasserdampf von 240° R. zerfallen dieselben in Fettsäuren und Glycerin oder Oelsüß, welche beide mit Wasserdampf unverändert überdestilliren. Bei Mitwirkung von Schwefelsäure genügt eine weit niedrigere Temperatur und zwar um so niedriger, je größer die Menge der Schwefelsäure ist, allein letztere zerstört das Glycerin und auch einen Theil des Fettes und zwar um so mehr, in je größerer Menge sie einwirkt. Die Anwendung von 10% Schwefelsäure, für welche eine Temperatur von 88° R. hinreicht, hat sich jedoch als die vortheilhafteste Bereitungsmethode erwiesen. Sie liefert mehr (gegen 58%) feste Fettsäuren als die Verseifung mit Kalk (45%), welche außerdem noch Säure zur Zersetzung der Kalkseife erfordert. Die Destillation mit Wasserdampf für sich geht zu langsam, erfordert daher zu viel Arbeit und Brennstoff und eine Temperatur, welche der nahe kommt, welche das Fett zersetzt und eignet sich daher nur für Palmöl, welches sich überhaupt leicht verseift. Die Verseifung mit Kalk ist sicher, leicht ausführbar, liefert schöne Producte und ist deshalb noch in Frankreich, Deutschland und Italien in Gebrauch. Das Verfahren mit Säure ist billiger, eignet sich für jedes schlechte und schmutzige Fett und hat daher die Kalkverseifung in England, Belgien, Holland und Schweden völlig verdrängt, doch ist das Product nicht so hart und durchscheinend und etwas leichter schmelzbar, die Oelsäure hat einen scharfen Geruch, der auch der Seife anhängt, für die Tuchfabrikation dagegen ist sie brauchbar.

Um die Oelsäure so schön, oder noch besser als die zur Seifenfabrikation am meisten gesuchten Oele zu erhalten, d. h. wo diese das Haupt-, die Stearinsäure aber das Nebenproduct bildet, bringt man das Fett zuvor mit Wasser und (45%) Seife in die Form einer Emulsion, worin es sich schon bei sehr niederer Temperatur (36° R.) mit Natron verseift und bei etwas höherer (48° R.) als Seife aus der Lauge abscheidet, und zersetzt die Seife mit Schwefelsäure. Die Stearinsäure ist geruchlos und die Oelsäure fast farblos.

Um die Stearinsäure von der beigemengten Palmitinsäure zu befreien, löst man das Gemenge von stearinsaurem und palmitinsaurem Kali in heißem Weingeist. Beim Erkalten krystallisirt zuerst das stearinsaure Kali aus. Zur Kerzenfabrikation wird aber die Palmitinsäure nicht abgeschieden.

Um das krystallinische Gefüge, welches die Kerzen mürbe und zerbrechlich machen würde, zu beseitigen, wendete man früher einen kleinen Zusatz von Arsenik an, jetzt setzt man dem Stearin einige Procente Wachs zu oder gießt dasselbe erst, wenn es sich bis zur Breiconsistenz abgekühlt hat, in die Formen, welche man zuvor mäßig erwärmt hat.

Die Leuchtkraft der Paraffin-, Wallrath-, Wachs-, Stearinsäure- und Talgkerzen verhält sich bei gleicher Kerzen- und Dochtstärke wie 126 : 104 : 100 : 84 : 80. Die Stearinkerzen gleichen den Wachskerzen im Aussehen völlig, unterscheiden sich aber durch die Sprödigkeit der Stearinsäure, durch die saure Reaction der weingeistigen Auflösung und durch den Geruch beim Erhitzen auf Platinblech. Wegen der Dochte vgl. S. 53.

Palmitinsäure.

(früher Margarinsäure.)

Die Palmitinsäure oder Palmstearinsäure (A. palmistearicum), $\overline{\text{Plt}}$, $C_{32}H_{31}O_3, HO = \frac{C_{32}H_{31}O_2}{H}O_2$ ist der Stearinsäure sehr ähnlich, krystallisirt aber beim Schmelzen in Blättern und aus Auflösungen in Nadeln, schmilzt leichter (bei 50° R.) als Stearinsäure, wird aber durch Vermengen mit Stearinsäure nicht schwerer, sondern noch leichter schmelzbar als zuvor. Die palmitinsauren Salze unterscheiden sich von den stearinsauren ebenfalls nur durch leichtere Schmelzbarkeit.

Vorkommen. Sie hat ihren Namen vom Palmöl, worin man sie zuerst fand und lange für eine eigenthümliche Säure desselben hielt, bis es sich zeigte, daß die Säure, welche man aus fast allen Fetten erhält, und seither Margarinsäure nannte, nichts als unreine (mit $^1/_{10}$ Stearinsäure verun-

reinigte) Palmitinsäure ist und nach der Reinigung sich ganz wie die Palmitinsäure des Palmöls verhält [1]).

In unreinem Zustande krystallisirt sie nämlich beim Schmelzen nicht in Blättern, sondern in Nadeln. Dies kommt daher, weil sie aus Auflösungen in Nadeln krystallisirt. Nun schmilzt ein Gemenge von 1 Th. Stearinsäure und 2 Th. Palmitinsäure bei 44° R., die reine Palmitinsäure aber erst bei 50°. Dieses Gemenge bildet daher eben so gut wie der Weingeist ein Auflösungsmittel, aus dem jeder Ueberschuß von Stearinsäure oder Palmitinsäure in derselben Form wie aus Weingeist, die Palmitinsäure also in Nadeln krystallisirt.

Sie kommt unter allen festen Fettsäuren am häufigsten vor, bildet einen Hauptbestandtheil der weicheren Fette, besonders Menschen= und Schweinefett und ist auch im Talg und in den Oelen enthalten.

Darstellung. Man erhält die Palmitinsäure durch Zersetzen der gereinigten Kali=Palmölseife mit Säuren.

Wichtigkeit. Sie bildet nebst der Stearinsäure einen Hauptbestandtheil der gewöhnlichen harten Seife und der Stearinkerzen.

Um die Palmitinsäure des Palmöls in ein der Stearinsäure ähnliches Kerzenmaterial zu verwandeln, erhitzt man das Palmöl mit nahezu 5% concentrirter Schwefelsäure bis 141° R. Das Glycerin wird unter Entwicklung von schwefliger Säure zersetzt und ein dunkles Gemenge von Fettsäuren bleibt zurück, welche einen hohen Schmelzpunkt haben. Man beseitigt die kohlige Substanz und die Schwefelsäure durch Auswaschen und destillirt die Fettsäure mit überhitztem Dampf.

Eine ähnliche Fettsäure ist die des Cocosnußöls, die **Cocinsäure** oder **Cocosstearinsäure**, $\overline{\mathrm{C}}\mathrm{st}$.

Oelige Fettsäuren.

$$C_mH_{m-3}\,O_3,HO.$$

Die öligen Fettsäuren unterscheiden sich von den festen blos durch ihre ölige Consistenz und dadurch, daß sie 2 Atome Wasserstoff weniger enthalten. Technisch wichtig ist blos die

Oelsäure.

Die Oelsäure, Elainsäure oder Oleinsäure (A. oleicum), $\overline{\mathrm{Ol}}$, $C_{36}H_{33}O_3,HO = \frac{C_{36}H_{33}O_2}{H}O_2$ ist eine farblose, ölige Flüssigkeit von stechendem Geschmack und schwachem Geruche, welche bei —3° R. zur krystallinischen Masse erstarrt, bei +11° R. wieder flüssig wird und Lackmus nicht röthet. In flüssigem Zustande zieht sie gegen 20 Volume Sauerstoff aus der Luft an, wird gelb, schmeckt bitter, röthet Lackmus, enthält dann 1 At. Sauerstoff mehr, aber 1 At. Wasserstoff weniger und heißt nun **Olansäure.** Die Oelsäure ist etwas in Wasser auflöslich und mit wasserfreiem Weingeist und Aether in allen Verhältnissen mischbar. Die Olansäure löst sich auch in wasserhaltigem Weingeist leicht auf. Durch Schwefelsäure und noch leichter durch Untersalpetersäure verwandelt sich die Oelsäure in eine feste der Stearinsäure ähnliche, aber der Elainsäure isomere Säure, **Elaidinsäure**, $\overline{\mathrm{Eld}}$, ohne daß sich Schwefelsäure oder Untersalpetersäure dabei verändern oder mit der Fettsäure verbinden.

Die ölsauren Salze sind weich, schmierig und nicht krystallisirbar. Die neutralen Salze der Alkalien sind in Wasser löslich, die sauren sind unlöslich

---

1) Unter **Margarinsäure** versteht man jetzt eine Fettsäure, welche nur künstlich erhalten wird und die Zusammensetzung zeigt, welche man bei der unreinen Palmitinsäure fand, nämlich: $C_{34}H_{33}O_3,HO$.

und ölig wie die Säure. Sie unterscheiden sich durch ihre Löslichkeit in kaltem wasserfreiem Weingeist und Aether von den stearinsauren und palmitinsauren Salzen.

Dies sind die Eigenschaften der Oelsäure aus Thierfett, die aus Pflanzenfetten ist ihr sehr ähnlich, aber nicht gleich.

Vorkommen. Die Oelsäure ist in den meisten Fetten enthalten und zwar in um so größerer Menge, je weicher oder flüssiger sie sind.

Darstellung. Man erhält sie in den Stearinkerzenfabriken, mit Stearinsäure, Palmitinsäure und Fett verunreinigt, als Nebenproduct.

Wichtigkeit. Sie ist billiger als Talg und dient zur Darstellung fester und weicher Seifen und zur Beleuchtung. Zum Einfetten der Wolle in Spinnereien hat sie den Vorzug vor dem Olivenöl, daß sich das Tuch ganz leicht durch Soda davon befreien läßt und das Walken mit Seife und Walkererde ganz erspart wird. Da sie aber die eisernen Kratzen zu stark angreift, so wird sie jetzt nicht mehr dazu benützt.

Seife.

Die Verbindungen der Fettsäuren mit den stärkeren Basen heißen Seifen. Die Fettsäuren bilden in Verbindung mit gewissen organischen Basen die Fette. Die meisten Fette enthalten als Basis das Glyceryloxyd. Die Seifenbildung oder die Verseifung der Fette erfolgt durch die Einwirkung der anorganischen Basen auf die Fette und besteht darin, daß sich die anorganischen Basen mit den Fettsäuren verbinden und die organische Basis (Glycerylorxd) als Hydrat oder Glycerin frei wird.

Die alkalischen Seifen sind in Wasser und Weingeist leicht löslich, unlöslich aber in concentrirter Kali- oder Natronlösung oder in der etwas concentrirten Lösung mancher Salze, z. B. Chlornatrium, während sie sich in andern, wie Chlorkalium, auflösen.

Die auflöslichen Seifen reagiren alkalisch und ihre Lösungen schäumen stark. Sehr verdünnte Seifenauflösungen scheiden zweifach talgsaures Alkali ab. Die Lösungen der Oelseifen trüben sich daher weit weniger als die der Talgseife. Die Seifen der Erden und Schwermetalloxyde sind in Wasser und Weingeist nicht löslich. In ätherischen Oelen sind nur die Schwermetallseifen schwerlöslich, in Aether dagegen alle schwerlöslich, die alkalischen Seifen werden durch kalkhaltiges Wasser zersetzt und die Lösung durch unlösliche Kalkseife getrübt. Die Fette, welche mehr feste Fettsäure enthalten, geben festere, die weichen Fette und Oele weichere und die trocknenden Oele nur weiche Seifen. Die Natronseifen sind fest, die Kaliseife weich (**Schmierseife**). Die Verbindung der Fettsäuren mit Bleioxyd heißt **Bleipflaster**.

Die harte Seife ist gelblich weiß, von eigenthümlichem, nicht unangenehmem Geruch und schwach alkalischem Geschmack, in dünnen Scheiben durchscheinend, etwas schwerer als Wasser, fühlt sich trocken an, trocknet an der Luft aus, löst sich in Wasser und Weingeist ohne Rückstand und zwar um so leichter, je mehr ölige Fettsäure sie enthält. Am leichtesten löslich ist daher die Baumölseife, schwerer die Cocosnußölseife, noch schwerer die Palmölseife und am schwersten die Talgseife löslich. Die Seife schäumt um so mehr, je leichter auflöslich sie ist. Die öligen Fettsäuren verseifen sich vollkommner, ihre Seifen sind daher milder, d. h. sie reagiren nicht alkalisch, wenn sie kein freies Alkali enthalten. Die Sättigungscapacität für Alkali

ist bei der Cocostalgsäure am größten und bei der Oelsäure am kleinsten [1]). Die Talg-, Palm- und Cocosseife wird vorzugsweise im nördlichen Europa erzeugt, im Süden hat man die Baumölseife, welche zu uns nur im Handel kommt als **Marseiller, spanische, venetianische** und **türkische** Seife.

Eine gute Seife soll fest und rein (frei von Unreinigkeiten) sein, einen schönen Fluß (Marmorirung) haben, sich nicht leicht auflösen und dabei doch stark schäumen.

Die Palmseife ist etwas zäher als die Talgseife, zeichnet sich aber besonders aus durch den veilchenartigen Geruch und eine pomeranzengelbe Farbe. Auch die aus gebleichtem Oel ist nicht so weiß wie Talgseife und färbt sich an der Luft noch stärker. Sie wird besonders in England fabricirt und gebraucht. Das meiste Palmöl wird zugleich mit Colophonium (1/3 des Palmöls) verseift, um ihr mehr Festigkeit zu geben, und heißt dann **Harzseife.** Das Harz schützt sie auch vor dem Austrocknen und macht sie durchsichtiger.

Die Cocosseife ist viel spröder als die Talgseife, schneeweiß und behält bei richtiger Bereitung ihre Weiße auch an der Luft, während alle andern Seifen mit der Zeit grau oder gelblich werden. Sie hat einen eigenthümlichen Geruch, nimmt viel Salzwasser oder Lauge auf, ohne sich naß oder schaumig anzufühlen und die geringeren Sorten sind auch in der Regel stark damit versetzt, die feinere reagirt nur schwach alkalisch und ist trockner. Uebrigens enthält auch die Cocosnußölseife viel chemisch gebundenes Alkali, weniger die Palmöl- und am wenigsten die Talgseife [1]). — Da sich Talg wegen Unlöslichkeit seiner Seife in Lauge mit concentrirter, Cocosöl dagegen mit verdünnter Lauge schwer verseift, die Arbeit mit concentrirter Lauge aber schneller geht und das Abscheiden der Unterlauge unmöglich macht, so daß sie in der Seife bleibt und ihr Gewicht vermehrt, so benützt man das Cocosöl jetzt häufig für sich oder mit Talg zur Fabrikation sehr wasserreicher und in einem Sude darzustellender Seife.

Die Baumölseife oder Oelseife zeichnet sich außer ihrer Auflöslichkeit und vollkommenen Auflösung noch dadurch aus, daß sie unter allen Seifen am wenigsten freies Alkali enthält und mit Weingeist keine feste Gallerte bildet.

Die Schmierseife ist eine zähe, schmierige, aber nicht fadenziehende, durchsichtige Masse, welche nie eintrocknet. Der Geruch ist nicht unangenehm, sie müßte denn aus Thran oder unreinen Materialien bereitet sein. Die Auflösung der Schmierseife schäumt stärker, trübt sich weit später als die der festen Seife und reagirt von freiem Kali alkalisch. Sie enthält die Salze, womit die Pottasche verunreinigt war, so wie etwas kohlensaures Kali und Glycerin. Concentrirte Kalilösung schlägt die Seife in Klumpen nieder und entzieht ihr die Salze. Durch Auflösen der Seife in Weingeist bleiben die Salze gleichfalls zurück.

Darstellung der festen Talgseife oder Hausseife. Die Verseifung des Fettes geschah früher ausschließlich mit Kalilauge und die Kaliseife wurde hierauf erst durch Zersetzung mittelst Chlornatrium in Natronseife verwandelt. Seitdem aber die künstliche Soda so billig geliefert wird, ist es vortheilhafter, die Seife unmittelbar aus Natronlauge darzustellen, um so mehr als sich trotzdem der Preis der Asche erhalten hat wegen der Verwendung der Pottasche zu Zwecken, wo diese nicht durch Soda ersetzbar ist. Man bereitet die Kalilauge aus Asche und die Natronlauge aus der künstlichen Soda.

Das trockene Aetznatron, welches zuweilen im Handel vorkommt, hat sich in der Praxis nicht zweckmäßig erwiesen: 1. Es zieht allmälig Kohlensäure an und muß also doch jeder Zeit mit Kalk nachgeschärft werden. 2. Es enthält so viel Eisenoxyd, daß die Seife ganz roth wird und daher schwerer verkäuflich ist. 3. Das Zerschlagen der harten Masse ist nicht nur zeitraubend und beschwerlich, sondern auch gefährlich für die Augen durch abspringende Stücke.

Die Seifensieder-lauge.

Die Kalilauge wird in der Seifensiederei nicht durch Kochen, sondern bei gewöhnlicher Temperatur bereitet, theils um Brennstoff zu sparen, theils weil die Asche beim Kochen zu viel fremde Salze an die Lauge abgiebt. Die Asche wird zuerst mit so viel Wasser genetzt, daß sie sich ballt,

---

1) Die Cocinsäure sättigt 14,6, die Palmitinsäure 12,5, die Stearinsäure 11,98 und die Oelsäure 9,17% Natron.

hierauf mit dem gelöschten Kalk gemengt, alsdann im **Aescher** (S. 82) mit so viel Wasser versetzt, als zur Einwirkung des Kalks auf das kohlensaure Kali nöthig ist, und nach 24 Stunden ausgelaugt. Was zuerst abläuft, heißt wegen des scharfen, brennenden Geschmackes **Feuerlauge** und hat 14 — 16° Baumé [1]), ein zweiter Aufguß liefert die **Abrichtelauge** von 8—10°, weil sie zum Fertigmachen oder Abrichten der Seife, d. h. zuletzt angewendet wird und ein dritter die schwache Lauge von 4—6°.

Die Sodalauge bereitet man dadurch, daß man Sodaauflösung mit ungelöschtem Kalk versetzt und ½ Stunde lang gut umrührt. Die durch das Löschen des Kalks entwickelte Wärme befördert die Abscheidung der Kohlensäure, welche bei gewöhnlicher Temperatur bei weitem nicht so vollkommen wie bei kohlensaurem Kali gelingt.

Die kalte Bereitung der Aetzlauge erfordert mehr Wasser und Kalk als die warme. Erstere hat den Nachtheil, daß man mit dem Kalkzusatz, der sich unmöglich im Voraus genau bestimmen läßt, nicht wohl ab- und zugeben kann. Man setzt daher bald zu viel, bald zu wenig Kalk zu, steht zu hoch oder zu tief im Kalk. Letzteres hat den Nachtheil, daß ein Theil der Lauge kohlensauer bleibt, man muß sie daher auf den Kalk zurückgießen, es bleibt sonst ein Theil des Fettes unverseift und die Seife wird zu weich. Steht die Lauge zu hoch in Kalk, so entsteht Kalkseife, der Seifenleim ist zähe und klebrig, brennt leicht an, die Seife wird spröde und erfordert viel Kochsalz zum Aussalzen. Die Feuerlauge muß daher immer etwas aufbrausen, weil sonst die zweite und dritte Lauge zu viel Kalk bringt.

Man setzt die Feuerlauge allmälig zu geschmolzenem Talg und kocht, bis sich eine durchsichtige Gallerte, der **Seifenleim** gebildet hat, welche nicht mehr vom Spatel abtropft, sondern in Fäden abfließt.

Nun wird Kochsalz zugesetzt oder **ausgesalzen.** Ein Theil desselben zersetzt sich mit der Kaliseife zu Chlorkalium und Natronseife. Das übrige Kochsalz bewirkt die Abscheidung der Natronseife von der Chlorkaliumlösung oder **Unterlauge,** weil sie zwar in Chlorkaliumlösung, nicht aber in der Lösung des Chlornatrium auflöslich ist.

Man schöpft nun die Seife auf einen Seihbottig, wo die Unreinigkeiten zurückbleiben und Seife nebst Unterlauge ablauft. Hat sich die Unterlauge abgesetzt, so schöpft man die Seife in den Kessel zurück, kocht sie mit Abrichtelauge, salzt aus, seiht wieder ab und wiederholt dies, bis die Seife gar ist, d. h. bis eine Probe beim Erkalten leicht erstarrt und klare Lauge abscheidet. Das Sieden der Seife.

Dann wird die Seife klar oder zum **Kern** gesotten, d. h. so viel Wasser verdampft, daß sie eine blasenfreie, gleichartige, durchscheinende Masse bildet, welche durch dazwischen befindliche Kochsalzlösung in kleine bohnengroße Stücke zertheilt ist und daher **Kernseife** heißt.

Hierauf wird die Seife in eine hölzerne Form mit durchlöchertem und mit Leinwand belegtem Boden geschöpft, damit die Lauge vollends ablauft. Man rührt sie jetzt wohl um, um den Kern zu trennen, damit sich die Lauge senkt. Die Seife kommt dadurch in **Fluß,** d. h. sie war schaumig und wird nach einigen Minuten klar und flüssig und erstarrt beim Erkalten krystallinisch in seidenglänzenden Fasern. Der Fluß gelingt aber nur, wenn die Seife gehörig abgerichtet war, d. h. weder zu viel, noch zu wenig Lauge erhielt. Auch zu viel Wasser verhindert die Krystallisation.

Das ölsaure Natron bleibt amorph und sondert sich in großen Partieen von weicher Consistenz ab. Dadurch erhält die Kernseife ein geflammtes und streifiges Aussehen.

---

1) Früher hatte die Feuerlauge 20—25°. Seit der allgemeinen Einführung der Roste in den Oefen ist die Asche geringer, weil zu viel unverbrannte Theile durch den Rost fallen.

Die Kernseife unterscheidet sich durch ihre krystallinische Beschaffenheit von der **glatten**, d. h. amorphen Seife, welche entsteht, wenn man der Kernseife wieder etwas Wasser oder schwache Lauge zusetzt. Diese Umwandlung der krystallinischen in glatte Seife heißt das **Schleifen** der Seife. Setzt man der Seife betrügerischer Weise so viel Wasser zu, als sie aufnimmt, so heißt sie **gefüllte** Seife. Die Kernseife enthält 15—27, die amorphe 33—60% Wasser.

Enthält die Kernseife Unreinigkeiten oder setzt man absichtlich färbende Substanzen zu, so bleiben diese in den amorphen Theilen der Seife und bilden so die bekannte **Marmorirung**, die bei geschicktem Rühren regelmäßige Figuren bildet.

Die graue Färbung rührt gewöhnlich von Schwefeleisen her aus dem Schwefelgehalte der beigemengten Leimtheile[1]) und dem Eisengehalte der Asche und Soda. Man erzeugt sie auch künstlich durch Eisenvitriol oder Braunstein.

Ist die Consistenz der Seife beim Ausschöpfen zu dick, so wird die Färbung gleichförmig, ist sie zu dünn, so sinkt das Färbende zu Boden. Die Kernseife ist daher in der Regel grau, aber die glatte oder amorphe immer weiß.

Die Unterlauge, welche Chlorkalium, etwas Chlornatrium, Natron, Kali und Glycerin enthält, wird als **Seifensiederfluß** zur Alaunfabrikation benützt.

Sodaseife.

Erzeugt man die Seife mit Soda statt Asche und Chlornatrium, so heißt man sie **Sodaseife**, die sich aber von der mit Asche und Chlornatrium bereiteten nicht unterscheidet. Man muß bei der Bereitung etwas Asche zusetzen, damit sie den gewöhnlichen Gehalt an Kaliseife erhält, weil sie sonst zu spröde wird und zu wenig schäumt. Auch etwas Chlornatrium ist nöthig zur Scheidung von der Unterlauge.

Schnellseifenbereitung.

Wenn es weniger darauf ankommt, eine neutrale und reine Seife, als vielmehr dieselbe schnell und billig zu erhalten, so wird das Fett mit starker Natronlauge in einem Sude verseift und die Seife sogleich ohne Abscheidung der Unterlauge eingesotten. Dieses Verfahren dient am häufigsten zur Darstellung der Cocosseife, weil sich das Cocosnußöl nur durch concentrirte Laugen verseift (S. 244), bisweilen aber auch zur Beschleunigung der Verseifung anderer Fette und heißt daher **Schnellseifenbereitung.** — Oder man erhitzt das Fett ohne Wasser mit dem gepulverten Natron und setzt erst nach der Verseifung die nöthige Wassermenge zu. — Auch durch starken Dampfdruck hat man die Verseifung zu beschleunigen gesucht. Die Zweckmäßigkeit der beiden letzteren Methoden hat sich jedoch noch nicht bestätigt.

Darstellung der Schmierseife. Man kocht gewöhnlich Hanföl, Rüböl oder Thran, mit anfangs schwacher, dann immer stärkerer Kalilauge, bis eine erkaltete Probe klar bleibt und verdampft dann das überflüssige Wasser (**Klarsieden**). Die Hanfölseife ist grünlich, die andern sind gelbbraun, man färbt sie aber gewöhnlich durch Indigo gleichfalls grün oder durch Eisenvitriol und Blauholzabsud schwarz. Die Schmierseife heißt daher auch **grüne** oder **schwarze Seife.** Nach einigen Wochen krystallisiren Verbindungen des Kali

---

1) Pflanzenfettseifen kochen sich deshalb nicht grau und wenn die venetianische Seife früher auch grau war, so kam dies blos daher, weil die Seife mit schwefelnatriumhaltiger Rohsada bereitet wurde. Seitdem man schwefelfreie Soda dazu verwendet, erhält man nur weiße Seife.

mit den festen Fettsäuren in Körnern heraus, was man ohne Grund für ein Zeichen der Güte hält und oft durch Stärkmehl nachmacht.

Anwendung der Seife. Die Wirksamkeit der Seife beruht zunächst darauf, daß sie die Oberfläche der Körper glatt und schlüpfrig macht. Man bestreicht daher Zapfen, Schrauben u. dgl. von Holz und Horn mit trockner Seife, um die Reibung zu vermindern [1]). Diese Eigenschaft zeigt sich noch mehr, wenn man, wie beim Waschen, die Seife mit Wasser anwendet.

Alle Körper, welche sich schlüpfrig anfühlen, wie Fett, alkalische Laugen, concentrirte Salzlösungen, Weizen- und Mandelkleie, Oelkuchen, Seifenwurzelabsud und selbst Thon, besonders Walkererde, eignen sich daher gleichfalls zum Waschen und werden auch zum Theil dazu benützt.

Wenn sich der Schmutz in blosem Wasser nicht auflöst und auch durch Reiben nur schwierig abspülen läßt, so wird seine Entfernung durch solche Substanzen befördert, weil sie die Adhäsion des Schmutzes zum Wasser vermitteln (eine Emulsion damit bilden) und die Adhäsion desselben an dem zu reinigenden Körper vermindern, so daß er sich leicht abreiben läßt. Die Seife zeichnet sich aber vor allen diesen Substanzen dadurch aus, daß sie Fette und Harze wirklich auflöst, ohne aber, wie die freien Alkalien, auch die Thier- und Pflanzenfaser anzugreifen. Sie zerfällt zwar in vielem Wasser in saures fettsaures Salz und in freies Alkali, aber das erstere beschränkt die Einwirkung des letzteren auf die Gewebe.

Die Seife dient außerdem als Zusatz zur lithographischen Kreide (S. 45), zum Beleben der Farbe in der Türkischrothfärberei, die Kalkseife zur Bereitung der Stearinsäure und das Bleipflaster in der Chirurgie.

Die weiche Seife wäscht besser als die harte, weil sie freies Alkali enthält, greift aber auch die Faser mehr an, sie dient daher für gröbere Leinwand. Zum Walken des Tuches (vgl. Walkererde S. 123) dient sie, weil sie nicht so schnell doppelt fettsaures Alkali absetzt, als die feste Seife, bei deren Anwendung dunkelfarbiges Tuch mit weißen Punkten besäet erscheint. Die harte Seife dient für feine Leinwand, Baumwolle und Seide, die Oelseife, weil sie am wenigsten freies Alkali enthält und sehr wenig doppeltfettsaures Alkali abscheidet, besonders zum Abkochen der Seide, zum Waschen feiner Tücher, als innerliches Arzneimittel und wegen ihrer Leichtlöslichkeit auch als Luxusseife.

Die weiße Schmierseife aus Schweinefett oder Talg, mit ätherischem Bittermandelöl parfümirt, heißt **Mandelseife,** weil früher zerriebene bittere Mandeln zugesetzt wurden. Sie wird besonders zum Rasiren benützt, weil sie stark schäumt und gehört zu den Toilettenseifen. Man versteht unter **Toilettenseife** die aus sehr reinen Materialien bereiteten und parfümirten Seifenarten, die sich leicht auflösen müssen, indem sie sonst auf der glatten Fläche der Haut zu wenig abgeben. Es ist in der Regel Cocosnußöl-Schaumseife. Die Seife zum Waschen der Zeuge dagegen soll in Wasser nicht zu leicht löslich sein, da die unebene Oberfläche der Zeuge ohnedies genug von der Seife abreibt. Man zieht deshalb hiezu ausgetrocknete Seife der frischen, die graue der weißen und die schwerlöslichen Sorten den leichtlöslichen vor.

Da nun die meiste Seife zum Waschen der Zeuge verwendet wird, so hat die Talgseife wegen ihrer Schwerlöslichkeit im Allgemeinen den größten, die Cocosseife aber den geringsten Werth, weil sie am schnellsten abnimmt. Der wahre Maßstab für den Werth der Seife ist jedoch ihr Fettsäuregehalt, aber auch nach diesem folgen sich die 3 Sorten in der nämlichen Ordnung, da Talgseife am wenigsten, Cocosöl am meisten Natron chemisch bindet (S. 244). Außerdem steht auch die weiße der grauen Talgseife und die Cocosseife den übrigen Seifenarten wegen ihres stärkeren Wassergehaltes im Allgemeinen nach.

Oel- und Cocosseife dienen wegen ihrer Leichtlöslichkeit als Toilettenseife, besonders aber die letztere wegen der Beständigkeit ihrer weißen Farbe an der Luft. Im Süden bedient man sich der Oelseife auch zur Wäsche.

Transparente oder durchscheinende Seifen erhält man durch Auflösen trockner Seife in Weingeist und langsames Trocknen. Eine Art derselben, welche nicht getrocknet, aber mit ätherischen Oelen und Salmiakgeist versetzt wird, dient als **Opodeldoc** zum Einreiben.

Die Schaumseife, welche man erhält, wenn man Seife, besonders Oelseife in wenig heißem Wasser auflöst, zu Schaum schlägt und erkalten läßt, ist eine lockere Masse, die sich sehr leicht auflöst, einen starken Schaum giebt und daher zum Waschen und Rasiren dient. Sie wird häufig unter dem Namen Mandelseife verkauft.

---

1) Fett würde zwar dieselbe Wirkung thun, aber diese Körper zugleich aufquellen.

Die Kieselseife erhält man durch Auflösen von Quarz in Natronlauge bei starkem Dampfdruck und Verseifen des überschüssigen Natrons mit Talg. Man braucht sie zum Waschen mit Seewasser auf Schiffen. Durch seinen großen Gehalt an Erdsalzen bildet nämlich das Seewasser sehr viel Kalk- und Magnesiaseife, die sich bei Anwendung gewöhnlicher Seife auf die Zeuge festsetzen. Da aber bei der Kieselseife zugleich Kieselsäure mit ausscheidet, so nimmt diese die Kalk- und Magnesiaseife zu einer pulverförmigen Masse auf, die nicht klebt und sich leicht von den Zeugen abspülen läßt. Sie dient auch zur Verfälschung der gewöhnlichen Seife.

Gerbsäuren.

$$C_{2m}H_{m-1}O_n.$$

Die Gerbsäuren sind amorph, zeichnen sich aber besonders dadurch aus, daß sie nicht sauer, sondern zusammenziehend schmecken, sie sind geruchlos, färben Eisenoxydsalze dunkel, lösen sich in Wasser und Weingeist, fällen Leim, Eiweiß und die meisten Metallsalze. Sie sind schwierig rein darzustellen, weil sie sehr leicht zersetzbar sind, ihre Zusammensetzung ist daher noch keineswegs festgestellt. Mehrere derselben verwandeln sich durch die Einwirkung der Luft, so wie verdünnter Säuren und Alkalien in Zucker und weniger zerlegbare Säuren. Durch trockene Destillation geben sie Säuren, die Eisenoxyd gleichfalls schwarz färben. Ihre Salze zersetzen sich an der Luft sehr leicht. Sie kommen im Pflanzenreich sehr reichlich vor, besonders in Rinden, Holz und Blättern.

Eichengerbsäure.

Die Eichengerbsäure, früher Gerbstoff oder Tannin genannt (A. quercitannicum), $\bar{Q}t$, $C_{18}H_8O_{12}$ ist ein weißes oder gelbliches Pulver, in Wasser und Weingeist löslich, röthet Lackmus, wird aus concentrirter Lösung durch Schwefel-, Phosphor-, Arsenik- und Salpetersäure gefällt, sie schlägt die meisten Metallsalze und Pflanzenbasen nieder. Eisenoxyd wird davon blauschwarz gefällt. Die Auflösung der Gerbsäure der Galläpfel und des Sumachs zerfällt an der Luft durch die Wirkung eines andern Bestandtheils dieser Pflanzenkörper, der Pektase (s. S. 252), sowie durch Kochen mit mäßig verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure (1 S. : 8 Wasser) in Gallussäure und Zucker und durch Erhitzen für sich in Pyrogallussäure. Die in andern Pflanzen vorkommende Gerbsäure thut dies nicht. Man heißt daher erstere auch Gallusgerbsäure.

Vorkommen. Sie findet sich am reichlichsten in den Galläpfeln. Die gewöhnlichen oder türkischen entstehen durch den Stich der Gallwespe an den Blattstielen der Galläpfeleiche in Kleinasien, die bei uns vorkommenden Galläpfel enthalten gar keine Gallusgerbsäure. Eben so reich an Gerbsäure als die türkischen ($^3/_4$ ihres Gewichtes) aber (um $^1/_3$) billiger sind die chinesischen Galläpfel. Sie sind Blattlausblasen des chinesischen Sumachs (Rhus semialata und javanica) ähnlich denen an den Blattstielen unserer Pappelbäume. Die Gerbsäure findet sich ferner in den Knoppern, welche durch den Stich der Gallwespe an den Eichelkelchen in Ungarn, Croatien und Dalmatien entstehen, in der Bablah oder getrockneten Hülse einer ostindischen Acacie, im Divi-Divi, der Schote eines südamericanischen Hülsenstrauches (Caesalpinia coriaria), in der Valonia oder den Eichelnäpfchen einer Eichenart in Smyrna und Morea (Quercus Aegilops), im Schmack oder den getrockneten Blättern des Sumachs, in den Blättern und Zweigen der Heidelbeere, in den Rinden der Eichen, Weiden, Birken, Buchen, Kastanien, in den Schlehen,

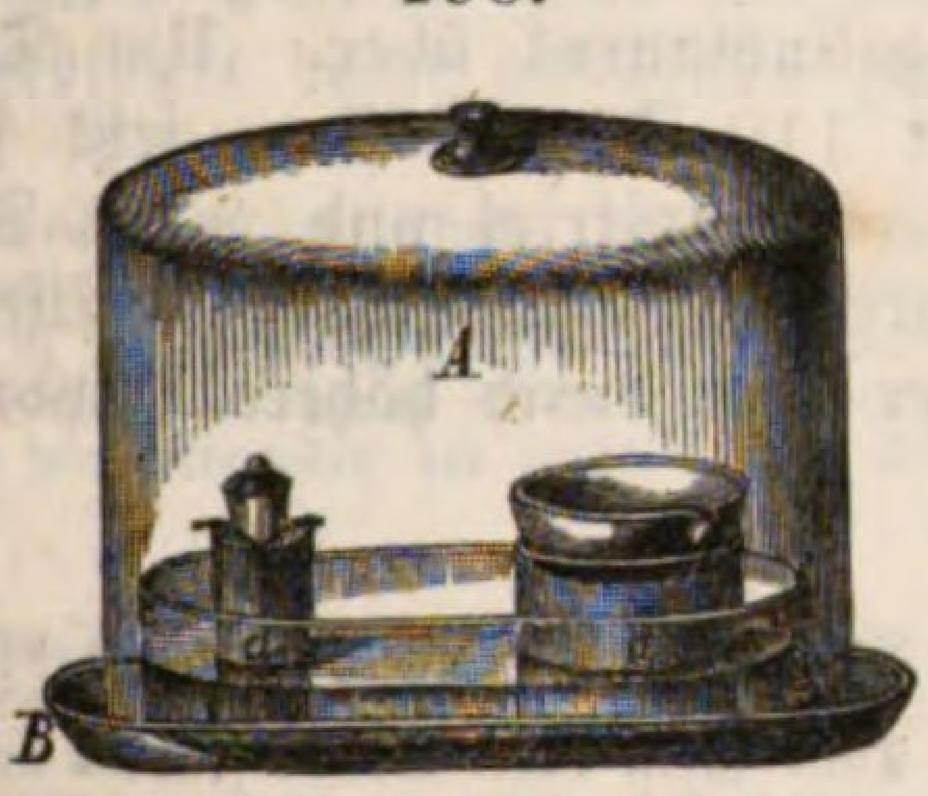
Hülsen, Kernen und Kämmen der Weintrauben, in den Schalen der Linsen u. s. w.

197.



Darstellung. Man übergießt das gröbliche Pulver der Galläpfel in einem gläsernen Verdrängungstrichter (a) mit rohem oder weingeisthaltigem Aether (16 Th. Aether und 1 Th. Weingeist). Die abtröpfelnde Flüssigkeit (b) sondert sich in 2 Schichten, wovon die untere eine concentrirte Auflösung der Gerbsäure in Weingeist ist, die obere eine Auflösung von Gallssäure und Farbstoff in Aether nebst wenig Gerbsäure. Man dampft im luftleeren Raume ab.

198. 199.





In Ermanglung einer Luftpumpe dampft man wenigstens unter einer Glasglocke über conc. Schwefelsäure ab. Die am Rande mit Talg bestrichene Glasglocke A steht auf einem flachen Glasteller B. Die Schale c c ist zur Hälfte mit englischer Schwefelsäure gefüllt. Die Schale mit der zu trocknenden oder abzudampfenden Substanz steht auf einem Glascylinder ohne Boden d in der Schwefelsäure. Dieser Apparat **(Exsiccator)** dient auch dazu, um geglühte Pulver, welche keine Feuchtigkeit anziehen sollen, darunter erkalten zu lassen. Statt der Schalen c c hat man auch eigene Säureschalen von Porzellan. Fig. **199**, auf welche man das Abdampfgefäß ohne Untersatz d stellen kann, es mag groß oder klein sein. Exsiccator.

Ausmittlung. Sie fällt wie die Gallussäure Eisensalze blauschwarz, unterscheidet sich aber von dieser, daß sie Leimauflösung in weißen Flocken niederschlägt.

Wichtigkeit. Die Gerbsäure wird in reinem Zustande nur in der Medicin und Chemie angewendet, als Reagens auf Leim und Eisenoxyd. Von den gerbsäurehaltigen Pflanzenstoffen dienen die billigeren, besonders Eichen-, Weiden-, Buchen- und Birkenrinde als **Lohe** zum Gerben, die reichhaltigeren, besonders Sumach, Knoppern und Galläpfel zur Bereitung der Tinte und in der Färberei zur Darstellung von Schwarz und Grau und zur Befestigung der Beizen auf den Zeugen; gegen das Zähewerden des Weines, um den Pflanzenleim niederzuschlagen.

Gallussäure.

Die Gallussäure (A. gallicum) $\overline{G}$, $C_7H_3O_5$ krystallisirt in farblosen, seidenglänzenden, geraden, rhombischen Prismen mit 1 At. Wasser, ist ohne Geruch, von säuerlich zusammenziehendem Geschmack, in Weingeist leichter als in Wasser (100 kalt., 3 koch.) auflöslich, aber wenig in Aether und bildet mit Eisenoxydsalzen einen blauschwarzen Niederschlag, der sich in vielem Was-

ser wieder auflöst. Sie fällt Leimauflösung nicht und giebt mit Haut kein Leder.

Vorkommen. Sie findet sich in sehr kleinen Mengen in einigen gerbsäurehaltigen Pflanzentheilen, am meisten in der Bablah, weniger in den Galläpfeln.

Darstellung. Man stellt einen wässrigen Galläpfelauszug mehrere Monate an die Luft, entfernt bisweilen den Schimmel und entfärbt mit Thierkohle.

Ausmittlung. Sie fällt wie die Gallussäure Eisenoxydsalze blauschwarz, unterscheidet sich aber von dieser, daß sie die Leimauflösung nicht fällt.

Wichtigkeit. Die Gallussäure bildet einen Hauptbestandtheil der Galläpfeltinctur, welche als Reagens auf Eisen dient. Die gewöhnliche schwarze Tinte enthält frisch bereitet vorzüglich gerbsaures Eisenoxyduloxyd, aber dieses geht nach einigen Monaten ganz in gallussaures über. Um Tinte zu machen, kocht man 3 Th. Blauholz mit 110 Th. Wasser, setzt später 9 Th. Galläpfel zu, seiht ab und löst 3 Th. Eisenvitriol und 3—4 Th. arabisches Gummi in der Flüssigkeit. Gerbsaures und gallussaures Eisenoxydul sind farblose Verbindungen, die aber an der Luft durch höhere Oxydation des Eisenoxyduls bald schwarz werden.

Das Gummi dient dazu, um den schwarzen Niederschlag schwebend zu erhalten und das Durchschlagen und Fließen der Tinte auf dem Papier zu verhüten. Bei der Zersetzung des Eisenoxyduls durch Gerbsäure wird die Schwefelsäure frei. Die gewöhnliche Tinte greift daher die Stahlfedern an, sie werden immer spitziger und die Spalten zu weit. Man darf aber die Schwefelsäure nicht neutralisiren, sonst fällt der schwarze Niederschlag trotz dem Gummi nieder und die Flüssigkeit ist farblos. Die Tinte fließt dann nicht mehr gut durch die Federspalte aufs Papier und zieht sich nicht in die Papierfaser, sondern bleibt auf der Oberfläche liegen. Man kann die Schrift mit einem Schwamm abwaschen. Setzt man eine größere Menge Säure oder ein saures Salz zu, so wird die Gerbsäure und Gallussäure vom Eisen getrennt und die Tinte zerstört, eben so auch auf Papier, welches noch Chlor oder Salzsäure vom Bleichen enthält. Je mehr überschüssigen Vitriol die Tinte enthält, um so eher wird sie gelb. Durch Säure zerstörte Schrift erscheint wieder durch Bestreichen mit Ammoniak oder besser Kalkwasser, eine von selbst vergilbte Schrift durch Galläpfeltinctur. Eine unzerstörbare Schrift erhält man, wenn man mit Auflösung von schwarzer Tusche in verdünnter Salzsäure, oder mit einer Auflösung von Wasserglas mit Kienruß versetzt schreibt, oder wenn man mit Auflösung von schwefelsaurem Manganoxydul schreibt und über Ammoniak hält. Gegen das Schimmeln legt man einige Gewürznelken in die Tinte.

Alizarintinte. Die sogenannte Alizarintinte ist ein Auszug von 42 Th. Galläpfeln und 3 Th. Krapp mit 120 Th. Wasser mit 1,2 Th. Indiglösung, 5,2 Eisenvitriol und 2 Th. holzessigsaurer Eisenlösung. Säuren zerstören zwar das gerbsaure Eisen, nicht aber den Farbstoff des Indig.

Die Gallussäure dient auch zur Erzeugung der Lichtbilder, weil sie das Jodsilber um so mehr, mit brauner Farbe, reducirt, je stärker das Licht auf dasselbe eingewirkt hat.

Die Pyrogallussäure, $p\overline{G}$, unterscheidet sich hauptsächlich dadurch von der Gallussäure, daß sie durch Eisenoxydulsalze schwarzblau, durch (größere Mengen) Eisenoxydsalze aber dunkelbraun wird. Man erhält sie am besten durch Sublimation aus Galläpfelextract. Sie ist ein kräftiges Desoxydationsmittel, wirkt daher in der Photographie weit rascher als Gallussäure und dient auch zur Untersuchung der Luft. Man läßt die Kohlensäure derselben durch Kalilauge absorbiren und fügt dann die Pyrogallussäure hinzu, welche den Sauerstoff aufnimmt. Gallussäure thut dasselbe, aber langsamer.

Catechugerbsäure.

Die Catechugerbsäure (A. mimotannicum) $\overline{Mt}$, $C_{18}H_8O_8$ ist hellgelb, nicht krystallisirbar, in Wasser, Weingeist und Aether löslich, röthet Lackmus, fällt Leimauflösung und gerbt thierische Haut, aber sie fällt Eisenoxydsalze nicht blauschwarz, sondern sie färbt höchst verdünnte Eisenlösung schön grün

und fällt sie später braun, stärkere Lösungen sogleich. Sie geht an der Luft in eine der Gallussäure ähnliche krystallisirbare Säure, Catechusäure (früher Catechin genannt) über, welche sich aber von der Gallussäure unterscheidet, daß sie Brechweinstein nicht fällt und Eisenoxydsalze grün färbt. Sie findet sich im Catechu, welches zu ächten braunen Farben in der Färberei und auch zum Gerben dient (vgl. Catechu).

Die Gerbsäure der Lärchen, Tannen- und Fichtenrinde, der Tormentill- und Farrnkrautwurzel und des Wasserampfers stimmt am meisten mit der Catechugerbsäure überein, sie fällt gleichfalls das Eisenoxyd grün und fällt wie diese den Brechweinstein nicht, während er von der eisenbläuenden Gerbsäure gefällt wird.

Uebrigens wird eine Verbindung eisengrünender Gerbsäure mit Bleioxyd durch schwefelsaures Eisenoxyd blau und mit Essigsäure versetzte Gerbsäure durch schwefelsaures Eisenoxyd grün. Die blauen Eisenoxydverbindungen werden durch Säuren grün und die grünen durch Basen blau. Die eisengrünende Gerbsäure dient gleichfalls zum Gerben.

Die Kaffeegerbsäure findet sich in kleiner Menge im Caffee. Man erhält sie nebst Caffeesäure durch Auskochen mit Wasser. Sie fällt Eisenoxyd grün, Leim nicht, wohl aber Eiweiß. Sie dient zuweilen als grüne Farbe in der Conditorei. Man zieht ungerösteten Caffee mit Eiweiß aus. Es nimmt durch seinen Natrongehalt etwas gerbsaures Natron auf, welches durch Sauerstoffaufnahme an der Luft grün wird. Sie bildet jedoch den Geruchstoff des Caffee's beim Rösten nicht, sondern die Caffeesäure.

Pflanzensäuren ohne gemeinschaftlichen Charakter.

Von dieser Gruppe ist blos die Pektinsäure wichtig oder vielmehr das Pektin, von dem sie ein Zersetzungsproduct ist.

Pektin.

Alle Pflanzentheile, besonders aber Früchte und rübenartige Wurzeln enthalten eine indifferente, unauflösliche Substanz, die **Pektose** oder das Fruchtmark, welche durch die Einwirkung von Säuren in den auflöslichen Zustand übergeht und dann **Pektin** oder Pflanzengallerte heißt. Unreife Früchte enthalten nur Pektose und kein Pektin. Bei zunehmender Reife verwandelt sich aber ein Theil der Pektose durch die anhaltende Einwirkung der Säuren allmälig in Pektin. Der ausgepreßte Saft enthält nun eine große Menge davon.

Kocht man die ausgepreßten Theile mit Wasser, so erhält man von Neuem Pektin, weit mehr aber, wenn man sie hierauf mit angesäuertem Wasser kocht, z. B. mit Salzsäure oder Citronensäure; Essigsäure hat jedoch diese Wirkung nicht. Früchte, welche viel Säure enthalten, wie die Johannisbeeren, enthalten auch mehr Pektin als Pektose. Durch das Kochen mit angesäuertem Wasser erhält man auch aus unreifen Früchten Pektin. Es ist in Weingeist nicht löslich und die wässerige Auflösung wird durch Weingeist gefällt. War die Menge des Weingeists gering, so gelatinirt der Saft nach einiger Zeit, auch Zucker verwandelt die Auflösung in Gallerte. Auflösliche Salze fällen sie ganz.

Das Pektin ist wichtig als Hauptbestandtheil des Obstes und der genießbaren Wurzeln, es ist eines der kräftigsten Nahrungsmittel und bedingt die Darstellung der Fruchtgeléen in der Conditorei.

Das Pektin, $C_{64}H_{48}O_{64}$ verwandelt sich durch Behandlung mit Alkalien in Pektinsäure.

Die Pektinsäure oder Gallertsäure, $\overline{Pt}$, $C_{32}H_{20}O_{28}$, 2HO ist gallertartig, reagirt sauer, ist aber geschmacklos und unlöslich in Wasser, leicht löslich jedoch in Alkalien. Sie wird durch Säuren in freiem Zustand und durch Erd- und Metallsalze als Doppelsalz gefällt, von beiden in Gallertezustand. Durch mehrtägiges Kochen mit Wasser verwandelt sie sich in **Metapektinsäure** oder Uebergallertsäure und ist nun in Wasser löslich. Man kann sie aus fast allen Pflanzentheilen, selbst aus Holz durch Alkalien ausziehen. Um sie darzustellen, kocht man ausgewaschenen Runkelrübenbrei mit $^1/_{20}$ kohlensaurem Natron und Wasser, fällt aus dem pektinsauren Natron pektinsauren Kalk durch Chlorcalcium, zersetzt mit Salzsäure und wäscht mit Wasser aus.

Man hat sie zur Fällung des Kalks aus dem Zuckersafte empfohlen, weil ein Ueberschuß nicht wie andere Säuren nachtheilig auf den Zucker wirkt.

Das pektinsaure Kali enthält in trocknem Zustande nur $15^0/_0$ Kali und seine Auflösung ist geschmacklos. Man hat es empfohlen zur Darstellung von Geléen in der Conditorei, allein diese haben zu wenig Zusammenhang und es fand deshalb keinen Eingang.

Die Pektose wird gewöhnlich von einem andern Stoffe theils in gelöstem, theils ungelöstem Zustande begleitet, die **Pektase** oder Fruchthefe. Diese verwandelt nicht blos die Pektose in Pektin und dieses in Pektinsäure und den Zucker in Alkohol, sondern sie ist auch unentbehrlich zur Umwandlung der Gerbsäure in Gallussäure. Durch Kochen wird diese Wirkung zerstört.

Gepaarte Säuren.

Von dieser Gruppe sind blos Hippursäure und Harnsäure zu erwähnen.

Die Hippursäure, $C_{18}H_8NO_5$, HO krystallisirt in farblosen Nadeln, ist in kaltem Wasser wenig, aber leicht in kochendem Wasser und in Weingeist löslich, bildet meist leicht lösliche Salze und findet sich im Harn der pflanzenfressenden Thiere und bei Pflanzen- oder gemischter Kost auch im Harn des Menschen. Sie findet sich auch nach dem Genusse von Benzoësäure im Harn der Menschen, während sich Benzoësäure nach starker Bewegung im Harn der Pferde findet. Sie zerfällt durch Erwärmen mit starker Salzsäure in Benzoësäure und Leimsüß.

Die Harnsäure, $C_5HN_2O_2$, HO krystallisirt in farblosen Blättchen, ist in Wasser und Weingeist unlöslich, löst sich aber in freien, kohlensauren, borsauren, phosphorsauren, milchsauren und essigsauren Alkalien. Sie bildet nur mit Kali und Natron leicht auflösliche Neutralsalze, mit Ammoniak nur ein saures Salz und ihre sauren Salze sind sämmtlich schwer oder nicht löslich.

Sie bildet die meisten menschlichen Blasensteine und einen Bestandtheil des Harns der Thiere mit Ausnahme der grasfressenden Säugethiere, welcher blos Hippursäure enthält. Besonders reichlich findet sie sich im Miste der Vögel (Hühner und Tauben) und Amphibien, besonders aber im Guano.

Der Guano (vom indischen Huano, Koth) ist eine halb mineralische Substanz ein braungelbes oder rostbraunes, knolliges Pulver mit weißen Körnern gemengt, von moschusähnlichem, ammoniakalischem Geruch und salzigem Geschmack, er bildet die obere Schichte mehrerer unbewohnter Inseln und ist aus dem Kothe der Seevögel entstanden. Die organischen Bestandtheile desselben sind größtentheils zerstört. Er enthält aber noch eine große Menge von Harnsäure und Ammoniak nebst Humussäure, Oxalsäure und phosphorsauren Erden, und bildet als geschätzter Dünger einen wichtigen Handelsartikel.

Organische Basen.

Die organischen Basen stimmen im Allgemeinen nur darin überein, daß sie die Fähigkeit besitzen, Salze zu bilden. Sie zerfallen in zwei Abtheilungen, in stickstoffhaltige Basen oder Alkaloide und in stickstofffreie oder Halidbasen.

Stickstoffhaltige Basen oder Alkaloide.

Die Alkaloide, vorzugsweise organische Basen (Pflanzenalkalien) genannt, sind gleichfalls in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr verschieden. Doch stimmen sie in Folgendem überein. Sie enthalten viel Stickstoff und wenig Sauerstoff, und ihr Sättigungsvermögen hängt nicht wie bei den anorganischen Basen vom Sauerstoff-, sondern vom Stickstoffgehalt ab, d. h. 1 Aequivalent Stickstoff verlangt 1 Aeq. Säure, um ein Neutralsalz zu bilden. Mehrere sind sauerstofffrei, diese sind sämmtlich bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig, die sauerstoffhaltigen sind nicht flüchtig. Erstere sind zum Theil tropfbarflüssig, von starkem Geruch und brennendem Geschmack, letztere meist krystallisirbar, geruchlos und von sehr bitterem oder scharfem Geschmack.

Sie sind in Wasser wenig, leicht in Weingeist, einige auch in Aether und Chloroform löslich, bläuen rothes Lackmuspapier. Ihre Salze sind meist in Wasser löslich und ihre Lösungen werden durch Gerbsäure gefällt.

Die meisten kommen in Pflanzen, einige in Thieren, stets aber nur in sehr kleiner Menge vor und sind an Säuren gebunden. Mehrere können blos künstlich dargestellt werden. Um sie zu erhalten, zieht man gewöhnlich die Pflanzen mit Wasser aus, das mit Salzsäure angesäuert ist, schlägt das Alkaloid mit Magnesia nieder, wäscht den Niederschlag mit Kali, Ammoniak oder schwachem Weingeist und zieht dann das Alkaloid mit starkem Weingeist aus, die flüchtigen erhält man durch Destillation. Sie ertheilen den Pflanzen ihre heilsamen und giftigen Wirkungen auf den thierischen Organismus. Technisch werden sie nicht benützt.

Die wichtigsten sind: von den flüchtigen: das Nicotin im Tabak (Nicotiana tabacum), das Coniin im Schierling (Conium), beide ölige Flüssigkeiten, das Hyoscyamin dagegen im Bilsenkraut (Hyoscyamus) krystallisirbar. Nicht flüchtige sind: Das Solanin im Nachtschatten (Solanum nigrum) im Bittersüß (Solanum Dulcamara) und in den Keimen der Kartoffeln (Solanum tuberosum), das Atropin in der Tollkirsche (Atropa Belladonna), das Chinin in der Chinarinde, das Morphium im Mohn, das

Caffeïn im Thee und Caffee, das Creatin im Fleisch und Harn (s. unter „Fleischbrühe") und der Harnstoff im Harn.

Stickstofffreie Basen oder Halidbasen.

Es sind Oxyde, welche verschiedene Kohlenwasserstoffarten zum Radical haben. Diese Oxyde bilden mit den Säuren Verbindungen, welche man Halide (salzähnliche Körper) genannt hat.

Die **Halide** sind Verbindungen, welche mit den Salzen darin übereinkommen, daß sie neutrale Körper sind, welche eine Säure enthalten, allein sie lassen sich nicht wie die Salze durch eine stärkere Säure oder Basis unmittelbar zersetzen, sondern erst unter gewissen Umständen, z. B. durch anhaltendes Erwärmen. Ihre Basen heißen **Halidbasen.** Diese bilden mit den Säuren sowohl Neutralsalze, wovon die meisten die Lackmusfarbe nicht verändern, als auch saure Salze. Bei der Trennung von der Säure bilden die Halidbasen sogleich Hydrate. Sie zerfallen in 2 Gruppen.

1. Oxyde von der Formel $(C_n H_{n+1})O$
2. Oxyde von der Formel $(C_n H_{n-1})O$ u. O_3.

Die erste Gruppe bilden die verschiedenen Arten des Aethers, die zweite die Basis der Fette, die Basis des Essiggeistes und die der scharfen flüchtigen Oele (von Zwiebel, Senf, Meerrettig u. s. w.).

Halidbasen von der Formel $(C_n H_{n+1})O$ oder die Aetherarten.

Die Aetherarten sind äußerst flüchtige Flüssigkeiten, der Methyläther ist gasförmig, sie brechen das Licht sehr stark, sind leichter als Wasser, farblos, von starkem Geruch und brennendem Geschmack, werden von Wasser in geringer Menge aufgenommen, sind sehr entzündlich und verbrennen mit leuchtender Flamme. Ihre Gase mit Luft gemischt und entzündet verpuffen heftig. Sie lösen mehrere Harze und sämmtliche flüchtige Oele und Fette. Nur wenige, und diese nur schwierig, verbinden sich unmittelbar mit den Säuren. Bei organischen Säuren ist die Mitwirkung einer stärkeren Säure, namentlich Schwefelsäure oder wasserstofffreier Salzsäure nöthig, sonst verbinden sie sich damit nur in wasserfreiem Zustand und nur bei höherer Temperatur. Sie sind vorzugsweise zur Bildung saurer Salze geneigt, besonders mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Oxal-, Wein- und Traubensäure. Man erhält sie aus ihren Hydraten durch stärkere, wenig flüchtige Säuren, wie Schwefelsäure und Phosphorsäure und durch gewisse Salze, womit sie sich verbinden und von denen sie sich durch Destillation wieder trennen. (Vgl. Proceß bei der Aetherbildung S. 259).

Die Hydrate der Aetherarten, bekannt unter dem Namen **Alkohol** sind flüchtige Flüssigkeiten, gleichfalls von starkem Geruch und brennendem Geschmack, jedoch stets verschieden von der wasserfreien Basis, sie mischen sich in jedem Verhältnisse mit Wasser, verbrennen, wenn sie nicht zu stark mit Wasser verdünnt sind, mit gelber oder röthlicher Flamme und lösen die meisten Harze und sämmtliche ätherische Oele. Sie entstehen fast alle durch Gährung oder trockne Destillation organischer Körper. Alkohol.

Die Neutralsalze der Aetherarten sind in ihren physikalischen Eigenschaften meistens ihrer Basis, dem Aether, aus dem sie entstanden sind, sehr ähnlich. Selbst die Halide der feuerbeständigen Säuren sind flüchtig. Sie sind sämmtlich wasserfrei. Manche verbinden sich mit Mineralbasen. Sie

werden zwar, wie die gewöhnlichen Salze, durch stärkere Basen, aber nicht, wie diese, durch stärkere Säuren zersetzt.

Die sauren Salze sind theils fest und krystallisirbar, theils tropfbar flüssig, hygroskopisch, geruchlos, von herb saurem Geschmack, in Wasser leicht löslich, meist schwerer löslich in Weingeist. Beim Erhitzen werden sie zersetzt, indem die Basis wasserfrei oder als Hydrat entweicht. Sie röthen Lackmus stark und lösen Metalle auf. Mit Basen bilden sie Salze, die ohne Ausnahme in Wasser löslich sind. Man erhält sie gewöhnlich durch Erwärmen des Hydrats oder Alkohols mit concentrirter Säure.

Die Radicale der Aetherarten verbinden sich auch mit Schwefel und Haloiden. Die Haloidsalze verhalten sich wie die Sauerstoffsalze, sind sehr flüchtig und entstehen durch Destillation oder Erwärmen des Alkohols mit dem Haloid oder der Wasserstoffsäure. Die Schwefelverbindungen zeichnen sich aus durch einen zwiebelartigen Geruch, sind schwerer als Wasser, wenig in Wasser löslich, aber leicht in Weingeist.

Man erhält die Aetherradicale durch Zersetzung ihrer Jodverbinduug durch Zink. Sie sind farb- und geruchlose Gase, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Weingeist. Das Aethyl läßt sich durch Druck zu einer Flüssigkeit verdichten, die schon bei 18° R. unter 0 kocht. Das Methyl ist ein beständiges Gas. Die Oxyde des Aethyls und Methyls und ihre Hydrate und Salze sind die einzigen Aetherarten, welche echnisch wichtig sind.

Aethyloxyd.

Das Aethyloxydhydrat, der Aethylalkohol, gewöhnliche Alkohol oder Weingeist, $C_4H_5O, HO = {}^{C_4H_5}_{H}O_2$ ist eine farblose dünne Flüssigkeit von angenehmem Geruch, brennendem Geschmack und 0,79 spec. Gew., gefriert nicht [1]), kocht bei 63° R., verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht und zieht aus der Luft Wasser an. Er erwärmt sich beim Verdünnen mit Wasser und mischt sich in jedem Verhältnisse damit. Entzündet verbrennt er mit bläulicher, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser.

Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt liefert der Alkohol Leuchtgas, mit etwas verdünnter Schwefelsäure Aether. Oxydirende Körper verwandeln ihn in Aldehyd und Essigsäure. In reinem oder wenig verdünntem Zustand hat er eine giftige Wirkung. Wenn er verschluckt wird, wirkt er zerstörend auf die organischen Theile durch Wasserentziehung, bewirkt Berauschung mit nachfolgender Betäubung und Schlagfluß. Er ist nach dem Wasser das allgemeinste Auflösungsmittel, er löst nicht blos alle ätherischen Oele und die meisten Harze auf, sondern auch die Alkaloide, Zucker und Leim, die Säuren der Nichtmetalle außer Kieselsäure und die Alkalien, viele Salze, namentlich die Haloidsalze, die salpeter- und essigsauren Salze und die alkalischen Seifen, ferner die Elemente Chlor, Brom, Jod und mehrere Gase, nämlich Ammoniak, Stickstoffoxydul und die gasförmigen Säuren, kochend auch die Fette.

Vorkommen und Darstellung. Er kommt in der Natur nirgends vor, entsteht aber sehr häufig bei der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten. Auch aus Leuchtgas läßt sich Weingeist erzeugen. Durch die prädisponirende Wirkung der Schwefelsäure auf Leuchtgas und Wasser entsteht Aetherschwefelsäure $C_4H_4 + HO = C_4H_5O$, welche durch Verdünnen mit Wasser und Destilliren wässrigen Weingeist liefert, allein der Weingeist aus Leuchtgas kommt viel zu theuer und ist schwierig von übelriechenden Beimengungen zu befreien. Man entzieht ihm den größten Theil des Wassers durch wiederholte Destilla-

1) Bei −80° R. wird er, ohne zu erstarren, geschmolzenem Wachs ähnlich.

tion und die letzten Antheile durch gebrannten Kalk oder geschmolzenes Chlorcalcium.

Alkohol von 85,6% mit 1/5 Gewichttheilen Kalk in kleinen Stücken 20 Stunden lang in Berührung gelassen und in einem Chlorcalciumbad rectificirt, welches man zuletzt bis höchstens 104° R. erhitzt, giebt Alkohol von 99,7% und die Wiederholung der Operation ganz wasserfreien oder **absoluten Alkohol**. Bei größerem Wassergehalte ist, wenigstens das erste Mal, mehr Kalk erforderlich. Ueber freiem Feuer dauert die Destillation länger und das zuletzt übergehende hat sich durch hohe Temperatur verändert. Absoluter Alkohol.

Wenn man den Alkohol in einer Thierblase bei mäßiger Wärme (30—40° R.) aufbewahrt, so wird er bis 97% entwässert. Die thierische Haut zieht aus dem Alkohol das Wasser an, läßt es aber an der Oberfläche wieder verdunsten. Doch entweicht mit dem Wasser auch Alkohol, um so mehr, je mehr er sich entwässert, bis zuletzt das Ganze unverändert verdunstet.

Wichtigkeit. Der Weingeist dient am häufigsten als Auflösungsmittel, so zur Bereitung der Firnisse und der Polituren, zur Darstellung der Tincturen, nämlich weingeistiger Auszüge von Arzneikräutern, Wurzeln, Rinden und Samen, zur Auflösung wohlriechender Oele und Harze in der Parfümerie, als Auflösungs- und Scheidungsmittel in der Chemie; sowohl für sich, als mit verschiedenen Gewürzen versetzt als erwärmendes, belebendes und berauschendes Getränk, zur Darstellung des Branntweinessigs als der wohlfeilsten Essigsorte und zur Aufbewahrung anatomischer Präparate. Als Brennmaterial für kleine chemische Operationen und zum Sengen von Zitz und Mousselin, für Thee- und Kaffeemaschinen ist Weingeist zwar theurer als Oel, allein er ist reinlicher zu handhaben, rußt nicht und dient auch für höhere Hitzegrade als Oel. Er darf dazu nicht unter 83 Volumprocente stark sein, sonst giebt er nicht Hitze genug, und nicht über 92%, sonst rußt er. Weil er nicht gefriert, dient er zu Thermometern für hohe Kältegrade.

Unglücksfälle von Schlafsucht mit drohendem Schlagfluß in Folge starker Berauschung erfordern kalte Begießungen und Umschläge auf den Kopf und warme Fußbäder mit Senf bis ärztliche Hilfe erscheint.

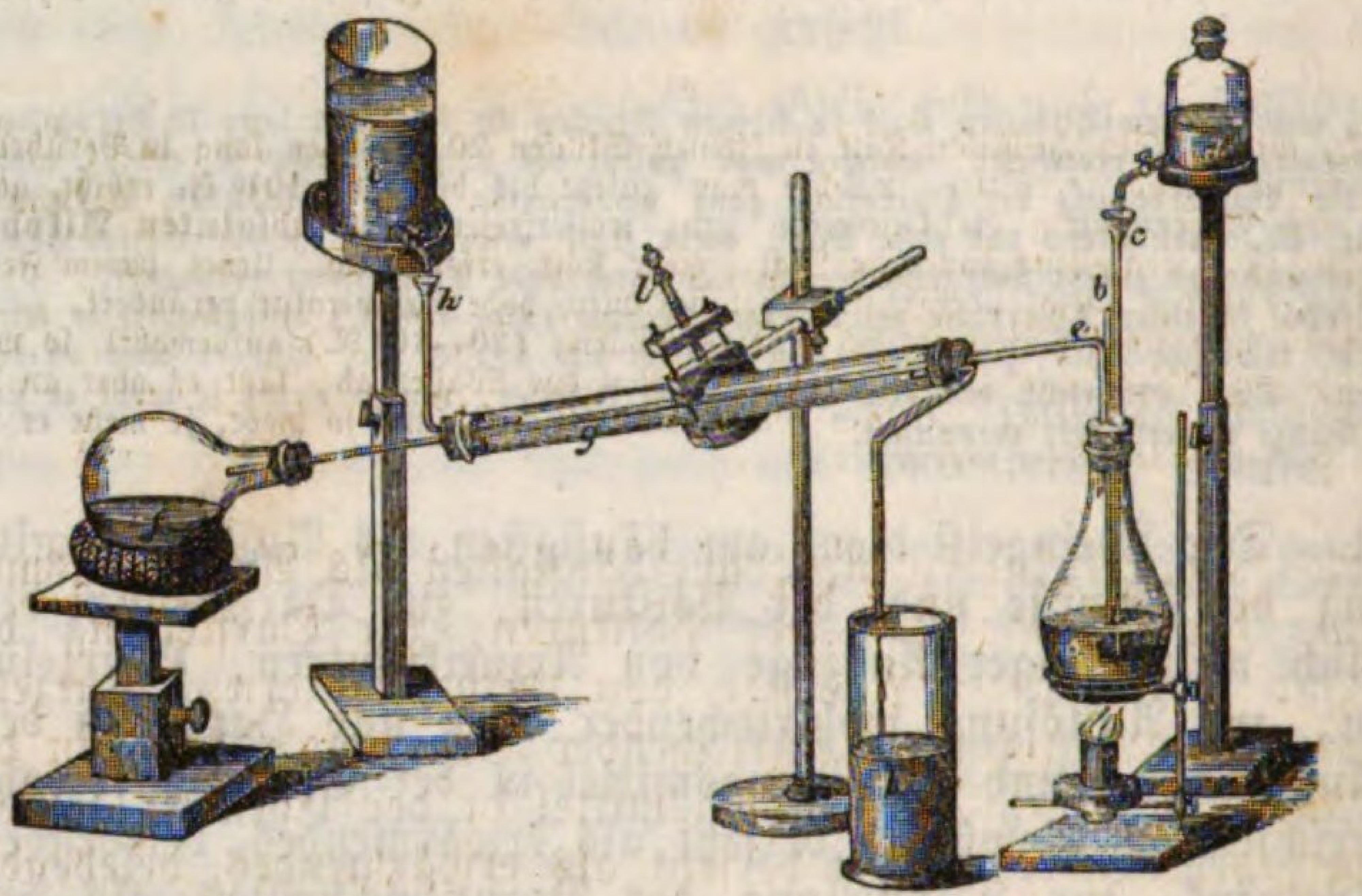
Das Aethyloxyd, der Aethyläther oder gewöhnliche Aether[1]), $C_4H_5O = \frac{C_4H_5}{C_4H_5}O_2$ ist eine farblose, sehr dünne Flüssigkeit von starkem, nicht unangenehmem Geruch, brennend süßlichem, hintennach kühlendem Geschmack und 0,71 spec. Gew. Er krystallisirt bei — 25° R. in Blättern, erstarrt bei 35° R. vollkommen und kocht bei + 28° R. Er leitet die Elektricität nicht, löst sich in 9 Theilen Wasser, während sich 1 Theil Wasser in 36 Th. Aether lösen, er löst außer den Fetten, flüchtigen Oelen und Harzen, namentlich Kautschuk und Gutta Percha, auch einige Chloride wie Eisen- und Quecksilberchlorid, Jod, Schwefel und Phosphor, mehrere Pflanzensäuren und Alkaloide. An der Luft zieht er Sauerstoff an und verwandelt sich in Wasser und Essigsäure.

Um ihn zu erhalten, destillirt man 5 Th. Alkohol (v. 90%) mit 9 Th. Schwefelsäure (1,85 sp. G.), läßt fortwährend Alkohol zufließen und erhält ihn so lange im Kochen, bis etwa 31 Th. Alkohol zugeflossen sind.

---

1) Früher mit Unrecht Schwefeläther oder Vitriolnaphtha genannt.

200.



201.



Der Kolben a enthält die Mischung von Alkohol und Schwefelsäure. Im Korke desselben ist ein Thermometer b, das Rohr e zur Fortleitung der Aetherdämpfe und ein Trichter c luftdicht eingefügt, durch welchen aus dem Gefäße d Alkohol zutröpfelt. Das Rohr e ist schief abgeschliffen (Fig. 201), damit Alles, was sich unter dem Knie desselben verdichtet, wieder in den Kolben heruntertröpfelt und nichts mechanisch mit den Dämpfen übergerissen wird.

Man reinigt das Destillat von Alkohol und schwefliger Säure durch Schütteln mit Wasser und durch Rectification (abermalige Destillation) über Kalkhydrat oder Chlorcalcium. Es entsteht zuerst 2fach schwefelsaures Aethyloxyd oder Weinschwefelsäure. Ist die Flüssigkeit durch Abdestilliren von Wasser so weit concentrirt, daß sie erst bei 100° R. kocht, so zersetzt sich das 2fach schwefelsaure Aethyloxyd, freies Aethyloxyd geht über und die Schwefelsäure bildet von Neuem mit Aethyloxydhydrat oder Weingeist 2fach schwefelsaures Aethyloxyd. Ist die Flüssigkeit so weit concentrirt, daß sie erst bei 128° R. kocht, so entsteht kein Aether mehr, sondern schweflige Säure, Leuchtgas, Wasser und Kohle.

Theorie der Aetherbildung.

Nach der neueren Ansicht entsteht durch Doppelzersetzung der Aethylschwefelsäure mit dem vorhandenen freien Alkohol, der seinen ersetzbaren Wasserstoff an die Aethylschwefelsäure abgiebt und dagegen deren Aethyl aufnimmt:

$$\begin{matrix}\overset{''}{S}O_4\\ C_4H_5,\ H\end{matrix}O_4 + \begin{matrix}C_4H_5\\ H\end{matrix}O_2 = \begin{matrix}\overset{''}{S_2}O_4\\ HH\end{matrix}O_4 + \begin{matrix}C_4H_5\\ C_4H_5\end{matrix}O_2.$$

Für diese Ansicht spricht noch der Umstand, daß ein anderer flüchtiger Alkohol, den man statt des gewöhnlichen Weingeistes in die Aethermischung fließen läßt, nicht ein Gemenge der beiden Aether liefert, sondern eine chemische Verbindung derselben, einen Doppeläther.

Man braucht den Aether in der Medicin, znr Ausziehung organischer Stoffe bei chemischen Analysen, zur Bereitung von Copalfirniß, zur Auflösung von Kautschuk und Gutta Percha und zur Erzeugung hoher Kältegrade.

Eismaschine.

Auch die **Eisbereitungsmaschinen** wirken durch die Verdunstung von Aether, Weingeist oder Ammoniak und zwar in luftverdünntem Raum, wodurch der Aether eine Kälte von —48° R. hervorbringen kann. Die Luftverdünnung wird durch die Niederschlag:ung von Aether- oder Ammoniakdämpfen bewirkt und durch eine Luftpumpe unterstützt. Die Aetherdämpfe werden durch Druck und Abkühlung wieder zur Flüssigkeit verdichtet. Noch stärker ist die Wirkung der Maschinen, welche mit verdichtetem Ammoniakgas als verdunstender Flüssigkeit arbeiten. Vom Ammoniak geht nichts verloren. Man braucht blos Kohlen zur Verdunstung des Ammoniak und Kühlwasser, um die Wärme wieder zu entfernen.

Die Neutralsalze des Aethers sind unter dem Namen **Naphthen**, die sauren als **Aethersäuren** bekannt. Von den ersteren wird besonders die Essignaphtha, der Salpeteräther oder das salpetrigsaure Aethyloxyd und der leichte Salzäther oder das Chloräthyl in der Medicin benützt. Der Oenanthäther oder das önanthyligsaure Aethyloxyd ist vorzüglich im Wein enthalten

und ertheilt ihm seinen eigenthümlichen Geruch, obgleich er sich nur zu $^{1}/_{40000}$ darin findet; wegen seiner geringen Flüchtigkeit haftet er entleerten Weingefäßen noch lange Zeit an. Das buttersaure Aethyloxyd dient unter dem Namen **Ananasöl** zur Parfümirung von künstlichem Rum, des Ananasbiers und verschiedener Confituren.

Diese Verbindungen zu erhalten, erhitzt und destillirt man die Säuren mit Alkohol, die mit schwächeren Säuren erhält man durch Destillation der freien Säuren oder ihrer Salze mit Alkohol und Schwefelsäure.

Chemischer Proceß bei der Bildung der Naphthen.

Es entsteht zuerst Aethylschwefelsäure, welche sich mit der schwächeren Säure in Aethersalz und Schwefelsäurehydrat umsetzt, z. B. bei der Essignaphtha:

$$\begin{matrix}C_4H_3O_2\\H\end{matrix} + \begin{matrix}\overset{''}{S_2}O_4\\C_4H_5,\ H\end{matrix}O_4 = \begin{matrix}C_4H_3O_2\\C_4H_5\end{matrix}O_2 + \begin{matrix}\overset{''}{S_2}O_4\\2H\end{matrix}O_4.$$

Methyloxyd.

Das Methyloxydhydrat, der Methylalkohol oder Holzgeist, $C_2H_3O,\ HO = \begin{matrix}C_2H_3\\H\end{matrix}O_2$ ist eine farblose, dünne Flüssigkeit von ätherartigem Geruch, sehr brennendem Geschmack und 0,83 spec. Gew., kocht bei 48° R. unter heftigem Stoßen, mischt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse, verbrennt mit blaßblauer, wenigleuchtender Flamme und bewirkt wie der gemeine Alkohol Berauschung, Scheintod und Schlagfluß. Platinschwarz wird im Dampfe glühend und verwandelt ihn größtentheils in Ameisensäure. Er löst dieselben Substanzen auf wie der Alkohol, unterscheidet sich aber dadurch, daß er mit wasserfreiem Baryt eine krystallinische Verbindung bildet.

Darstellung. Wenn man den Holzessig, ein Product der trocknen Destillation des Holzes noch einmal umdestillirt und das zuerst Uebergehende besonders auffängt, so erhält man ein Gemenge von Methylalkohol, essigsaurem Methyl, Aceton und Dimethylacetal [1]) nebst gelbem Farbstoff. Dieses Gemenge, früher **roher Holzgeist** oder **Mesit** genannt, wird durch Kalk und Kohle von Essigsäure, Farbstoff und Wasser befreit. Mit Chlorcalcium bildet er eine Verbindung, die noch bei + 80° R. nicht zersetzt wird.

Wichtigkeit. Er dient zu denselben Zwecken wie Weingeist, mit Ausnahme der Getränke und innerlichen Arzneimittel, jedoch nur in solchen Ländern, wo der Weingeist so hoch besteuert ist, daß er theurer kommt als Holzgeist, wie in England.

Das Methyloxyd oder der Holzäther, $C_2H_3O = \begin{matrix}C_2H_3\\C_2H_3\end{matrix}O_2$ ist ein farbloses Gas von ätherartigem Geruch und findet eben so wenig wie seine Salze eine technische Benützung.

Amyloxyd.

Das Amyloxydhydrat oder der Amylalkohol $C_{10}H_{11}O,\ HO = \begin{matrix}C_{10}H_{11}\\H\end{matrix}O_2$ ist eine ölartige Flüssigkeit von widrigem Geruch, brennend schar-

1) Acetal ist ein Abkömmling des Alkohols, $C_{12}H_{14}O_2$, also Dimethylacetal = $C_{12}H_{14}O_2\ (C_2H_3)_2$.

sem Geschmack, und 0,82 spec. Gew., erstarrt bei — 16° R., siedet bei 105°, ist in Wasser wenig, leicht in Alkohol und Aether löslich, schwierig entzündbar, verbrennt mit leuchtender, rußender Flamme, wird durch Platinschwamm und Sauerstoff in Baldriansäure verwandelt und gehört zu den betäubenden Giften.

Das Amyloxydhydrat bildet entweder für sich oder mit Oenanthäther das Fuselöl des Branntweins, besonders aus stärkmehlhaltigen Substanzen. Man glaubt, daß die Fuselöle bei der Gährung entstehen.

Der Amyläther ist wenig bekannt. Essigsaures Amyloxyd (Amylessigäther) bildet sich bei der Darstellung des Kartoffelbranntweinessigs. Es riecht angenehm obstartig, wie Aethylessigäther (der gewöhnliche Essigäther). Das essigsaure Amyloxyd dient unter dem Namen **Birnöl**, das baldriansaure als **Aepfelöl** und ein anderes (noch nicht untersuchtes) Salz des Amyloxyds als **Trauben-** oder **Cognacöl** zur Parfümirung von Likören und Confituren.

Halidbasen von der Formel $(C_nH_{n-1})O$ und O_3.

Die wichtigsten Basen dieser Gruppe sind das Glyceryloxyd oder die Basis der Fette und das Allyloxyd oder die Basis der scharfen flüchtigen Oele.

Glyceryloxyd.

Das Glyceryloxyd $C_6H_5O_3$ ist die Basis der Fette. Bei der Seifenbildung nimmt es 3 Atome Wasser auf.

Das Glyceryloxydhydrat, $C_6H_5O_3, 3HO = \frac{\overset{'''}{C_6H_5}}{H_3}O_6$ heißt Glycerin (Oelsüß, Oelzucker, Scheele'sches Süß) und bildet einen farblosen Syrup, schmeckt angenehm süß, zieht Wasser aus der Luft an, ist leicht in Alkohol, aber nicht in Aether löslich, reagirt nicht auf Pflanzenfarben, läßt sich entzünden und verbrennt mit blauer Flamme. Es ist in der Unterlauge der Seifensieder enthalten, man hat aber noch keine Methode, es mit Vortheil von den organischen Beimengungen derselben zu befreien und erhält es daher in Deutschland gewöhnlich als Nebenproduct bei der Fabrikation der Stearinsäure mit Kalk. Das reinste ist das englische, welches man durch Behandlung der Fette mit Wasserdampf von ungefähr 240° R. gewinnt. Es ist in der wässerigen Flüssigkeit gelöst, welche man daher blos abzudampfen hat. Alles andere Glycerin enthält Kalksalze, Spuren von Kupfer und Blei, sowie organische Geruchstoffe und muß daher durch Destillation in einem Dampfstrom von 230° R. gereinigt werden.

Wegen seiner Eigenschaft, nie auszutrocknen und wegen seines süßen Geschmackes, ohne zu kleben und zu riechen wie Syrup, oder leicht in Gährung überzugehen [1]), ohne schmierig zu sein wie Oel und ohne die organischen Theile zu reizen wie Chlorcalcium, dient das Glycerin zum Feucht- und Geschmeidighalten und Versüßen, z. B. mit (gleichem Gewicht) Leim zur Herstellung der Buchdruckerwalzen, zum Feuchthalten der Farben, des Bossirthons, der Thierblase und der Weberschlicht, gegen das Austrocknen zarter Theile, wie des Gehörganges, der Lippen und Nase, gegen das Aufreißen

1) Es geht jedoch nach längerer Zeit auch in Aethylalkohol über.

der äußeren Haut, als Zusatz zur Toiletteseife, als Ersatzmittel der Haarpomade, statt Weingeist gegen das Einfrieren der Gasuhren, zum Einmachen der Früchte, zum Versüßen der Weine und Liköre; wegen seiner Absorptionskraft für Geruchstoffe bei eigener Geruchlosigkeit zum Ausziehen feiner Riechstoffe (wie Jasmin und Resede) und des Hopfens und wegen der Eigenschaft die Fällung der Metalloxyde durch Alkalien zu verhindern, in der Färberei.

Die Verbindungen des Glycerins haben keine technische Wichtigkeit, wohl aber die Salze des Glyceryloxyds oder die

Fette.

Die Fette sind reich an Kohlenstoff und Wasserstoff, arm an Sauerstoff, einige enthalten Schwefel und Phosphor, aber keines Stickstoff. Sie sind in reinem Zustand farblos, durchscheinend, geruch- und geschmacklos. Farbe und Geruch der rohen Fette rühren von aufgelösten Farbstoffen, von beigemengtem ätherischem Oel, von Verbindungen des Lipyloxyds mit flüchtigen Säuren, und von unbekannten Substanzen her. Sie sind leichter als Wasser, machen Papier und Leinwand bleibend durchscheinend, fühlen sich schlüpfrig an, leiten Elektricität und Wärme schlecht, sind in Wasser nicht auflöslich, lassen sich aber mit schleimigen Substanzen wie Gummi so in Wasser zertheilen, daß sie Tage lang damit gemengt (suspendirt) bleiben und eine milchige Flüssigkeit oder **Emulsion** bilden. Oelhaltige Samen geben mit blosem Wasser Emulsionen; weil sie Eiweiß und Schleim (Emulsin) enthalten. In kochendem Weingeist sind sie um so leichter löslich, je mehr sie Sauerstoff enthalten. In der Kälte krystallisiren sie in Schuppen wieder aus. In Aether, Chloroform und flüchtigen Oelen sind sie noch leichter löslich. Sie lösen ätherische Oele, Harze, Schwefel, Selen, Phosphor, basische Kupferoxydsalze, etwas Chlornatrium, arsenige Säure und mehrere Alkaloide auf. Sie schmelzen meist unter 80° R. ohne Zersetzung, bei 240° R. fangen sie an zu kochen und sich an der Luft zu zersetzen. Sie reagiren auf Pflanzenfarben nicht, verwandeln sich aber allmälig an der Luft in Fettsäuren, schmecken dann kratzend oder ranzig und röthen Lackmus. Bei langsamem Erhitzen verwandeln sie sich gleichfalls in Fettsäuren, bei raschem Erhitzen in Kohle und Leuchtgas. Mit Säuren und Alkalien behandelt bilden sie ebenfalls Fettsäuren, die Säuren verbinden sich mit dem Glycerin, die Alkalien mit den Fettsäuren zu Seifen. Durch Schütteln mit Magnesia und heißem Wasser oder Digeriren mit Weingeist werden ranzige Fette wieder geruchlos und genießbar. Man erkennt die verschiedenen Arten der Fette leicht beim Erwärmen am Geruch.

Leinöl löst sich in etwas mehr als 1½ Gewichttheilen Aether, in 40 Th. kaltem und 5 siedendem absolutem Alkohol, sehr altes noch weit leichter, das eingetrocknete löst sich schon in kaltem Alkohol mit Leichtigkeit auf. Hanföl löst sich in 30 kaltem und leicht in kochendem Alkohol, Mohnöl in 25 kaltem, 6 siedendem Alkohol und in Aether in jedem Verhältniß.

Sämmtliche Fette sind ein Gemenge aus zwei oder mehr verschiedenen Fetten, welche sich durch Krystallisation oder Auflösungsmittel von einander scheiden lassen. Die meisten enthalten ölsaures, palmitin- und stearinsaures Lipyloxyd, oder Elain, Palmitin und Stearin und sind sämmtlich 3fach saure Salze oder Triglyceride.

Das ölsaure Glyceryloxyd, Elain, Oleïn oder richtiger Trioleïn, $C_6H_5O_3, (C_{36}H_{33}O_3)_3 = \begin{matrix} C_6\overset{\prime\prime\prime}{H}_5 \\ 3C_{36}H_{33}O_2 \end{matrix} O_6$ ist ein farb-, geruch-

und geschmackloses Oel, erstarrt erst unter — 4° R., mischt sich mit Aether in allen Verhältnissen, ist in Weingeist wenig löslich, wird an der Luft gelb, später wieder farblos, aber dickflüssig und ranzig, und ist nun olansaures Glycerylorryd. Das Oleïn der verschiedenen Fettarten ist zwar ähnlich, aber nicht gleich. Das der trocknenden Oele ist ärmer an Wasserstoff als das der nicht trocknenden. Es findet sich in allen Fetten außer Wachs.

Das palmitinsaure Glycerylorryd oder das Palmitin, $C_6H_5O_3, (C_{32}H_{31}O_3)_3 = \begin{matrix}\overset{'''}{C_6}H_5\\ 3C_{32}H_{31}O_2\end{matrix}O_6$ (früher Margarin) ist weiß, fest, krystallisirt aus Auflösungen in farblosen Nadeln, perlmutterglänzenden Blättchen, erstarrt nach dem Schmelzen amorph, halbdurchsichtig und wachsähnlich, ist in kaltem Alkohol ganz unlöslich, in kochendem nur eine Spur, in Aether dagegen leicht löslich. Es findet sich in den meisten Fetten, besonders in Menschenfett, Hammeltalg, Palmöl und Muscatbutter.

Das stearinsaure Glycerylorryd oder das Stearin, $C_6H_5O_3, (C_{36}H_{35}O_3)_3 = \begin{matrix}\overset{'''}{C_6}H_5\\ 3C_{36}H_{35}O_2\end{matrix}O_6$ ist weiß, krystallisirt in glänzenden Blättchen, geschmolzen erstarrt es amorph. Es läßt sich leicht zu Pulver reiben, löst sich in siedendem Alkohol auf, scheidet sich aber beim Erkalten fast vollständig wieder aus und ist in 225 kaltem, leicht aber in kochendem Aether löslich. Es ist der Hauptbestandtheil des Talgs. Das aus Rindstalg schmilzt bei 40,4°, das aus Hammeltalg bei 41,3° R.

Das buttersaure Glycerylorryd oder das Butyrin, $C_6H_5O_3, (C_8H_7O_3)_3 = \begin{matrix}\overset{'''}{C_6}H_5\\ 3C_8H_7O_2\end{matrix}O_6$ ist ein farbloses oder gelbliches Oel, das bei 0° erstarrt, ist in Wasser nicht, wohl aber in Alkohol und Aether in allen Verhältnissen löslich. Es bildet mit Elain und Palmitin die Butter.

Von dem Vorwalten des Stearins und Palmitins oder des Elains und Butyrins hängt die mehr feste oder weiche Consistenz der Fette ab. Man theilt sie nach der Consistenz 1. in flüssige Fette oder fette Oele, 2. in schmierige Fette, Butter- oder Schmalzarten oder Fette in engerem Sinn und 3. in feste Fette oder Talge und Wachsarten. Außerdem unterscheiden sie sich nur in rohem Zustande durch Farbe, Geruch und Geschmack.

Vorkommen. Die Fette finden sich in den Samenlappen der Pflanzen, selten im Fleisch der Früchte, wie bei den Oliven, auch nur selten in Wurzeln, Rinden und andern Theilen. Bei den Thieren befindet sich das Fett zwischen Haut und Fleisch, auch zwischen den Muskeln, aus denen das Fleisch besteht, in gewissen Höhlen, besonders in der Bauchhöhle und in manchen Flüssigkeiten, wie in der Milch. Kältere Klimate erzeugen gewöhnlich flüssige Pflanzenfette wie Leinöl, Rüböl, Buchnuß- und Haselnußöl, heiße Klimate dagegen feste, wie Cacaobutter, Lorbeer-, Palm- und Cocosöl. Kaltblütige und Wasserthiere haben flüssiges, warmblütige und Landthiere mehr festes Fett. Uebrigens sind die meisten Pflanzenfette flüssig und die Thierfette meistens fest, die der fleischfressenden Säugethiere und Vögel sind weich und die der pflanzenfressenden Säugthiere hart, die der weiblichen und jüngeren Thiere sind weicher als die der männlichen und älteren.

Wichtigkeit. 1. Das Fett schützt die Keime der Samen (als schlechter Wärmeleiter und als ein in Wasser unlöslicher Körper) vor Kälte und Feuchtigkeit, und die thierischen Theile, wie Haut, Knochen, Muskeln

und Eingeweide nicht blos vor Kälte und Feuchtigkeit, sondern auch vor Druck und Stoß.

2. Es ist eines der wichtigsten Nahrungsmittel, weil es als sauerstoffarme Substanz der oxydirenden Wirkung der Luft auf den Körper die beste Nahrung darbietet, um so mehr je kälter, also je sauerstoffreicher dieselbe ist.

3. Es ist bei weitem das allgemeinste Leuchtmaterial, weil es zu seiner Verbrennung viel Sauerstoff verbraucht, als eine dauernde und lebhafte Verbrennung liefert, bei seinem Reichthum an Kohlenstoff große Lichtstärke entwickelt und sehr leicht entzündlich ist.

4. Es dient zum Tränken und Einschmieren verschiedener Gegenstände, zum Einfetten der Wolle und des Leders und zum Schmieren der Maschinen, weil es in poröse Körper eindringt, sie geschmeidig und schlüpfrig macht, sie vor Nässe schützt und sich nicht verflüchtigt.

5. Für sich oder mit Harzen als Firniß; fette Firnisse sind geschmeidiger und daher dauerhafter als Weingeist- oder Terpentinölfirnisse.

6. In der Medicin innerlich und zu Salben besonders wegen seiner reizmildernden Wirkung.

7. Zur Verhinderung von Rost und Fäulniß durch Abschluß der Luft.

8. Wegen seiner Unauflöslichkeit zum Verschmieren von Ritzen an Fässern und andern Gefäßen.

9. Zur Darstellung der Seifen.

10. Vermöge seiner Anziehung zu flüchtigen Oelen zur Entfernung übler Gerüche aus Flüssigkeiten.

So schützt und befreit man Wein mit Oel vor Schimmel- und Faßgeschmack, Branntwein von Fusel.

Brennendes Fett verursacht heftige Feuersbrünste. Man darf das Feuer nicht mit Wasser löschen, weil die plötzlich gebildeten Wasserdämpfe das brennende Fett umherschleudern, sondern durch Luftabschluß der Gefäße, Zusatz von kaltem Fett oder Aufstreuen von Asche, Erde, Mist u. dgl.

Die Pflanzenfette sind meistens bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und von gelber Farbe, wenige sind farblos, einige grün. Der Geruch erinnert in der Regel an die Pflanze und rührt gewöhnlich von einem flüchtigen Oele her.

Die fetten Oele nehmen an der Luft viel Sauerstoff auf unter Entwicklung von Kohlensäure und etwas Wasserstoff und entwickeln dabei so viel Wärme, daß leicht eine Entzündung entstehen kann, wenn man frisch geölte oder gefirnißte Stoffe, z. B. Wolle oder Leinwand in großen Massen anhäuft. Doch erleiden sie dabei eine sehr verschiedene Veränderung in ihrer Beschaffenheit, wonach man sie in trocknende und nicht trocknende Oele eintheilt.

Die trocknenden oder siccativen Oele trocknen an der Luft in dünnen Schichten zur zähen, durchscheinenden gelben Masse ein oder vielmehr sie erhärten durch Aufnahme von Sauerstoff, unter Entwicklung von Kohlensäure, gefrieren erst bei sehr niederen Temperaturen, erstarren auch beim Schütteln mit ($^1/_3$) rauch. Salpetersäure weit später als die nicht trocknenden. Die wichtigsten sind Leinöl, Mohnöl, Wallnußöl, Hanföl, Leindotteröl (v. **Camelina sativa** oder **Myagrum sativum**), Madia-, Ricinus-, Tabak- und Rothtannensamenöl.

Die nicht trocknenden Oele verdicken sich zwar auch an der Luft, aber sie bleiben stets schmierig und werden dabei ranzig. Sie gefrieren leichter als die trocknenden und erstarren mit einigen Procenten rauchender Sal-

petersäure durch Bildung von Elaidin. Die wichtigsten sind Oliven- oder Baumöl, Repsöl oder Kohlsaatöl, Colsaöl (vom Kohl- oder Rübenreps, Brassica campestris oleifera), Rüböl (aus Winter- und Sommerreps Brassica Napus oleifera und Br. praecox, von Kohl- und Wasserrüben, Br. Napobrassica und Rapa), Buchnußöl (Buchecker- oder Buchelöl), Haselnuß- und Mandelöl.

Gewinnung der Oele auf mechanischem

Darstellung. Man zerkleinert die Oelsamen in den Oelmühlen entweder durch Stampfwerke oder durch Walzen, zerreibt sie durch Mühlsteine und preßt die zu Speiseöl bestimmten Oele gewöhnlich kalt und die übrigen nach vorherigem Erwärmen. Durchs Erwärmen trocknet der Schleim aus. Das das Oel einschließende Eiweiß gerinnt, und das Oel wird flüssiger. Beim Erwärmen über freiem Feuer erhält es aber einen brenzlichen Geruch und Geschmack, weniger beim Heizen mit Wasserdämpfen, und heiß gepreßtes Oel wird leichter ranzig als kalt gepreßtes, das kalt gepreßte Oel hat einen angenehmeren Geschmack, aber es ist von Schleimtheilen getrübt und hält Wasser zurück, taugt daher nicht zum Brennen und die Ausbeute ist gering.

und chemischem Weg.

Die chemische Ausziehung des Oels geschieht durch Schwefelkohlenstoff. Derselbe ist nicht nur schon an und für sich billig [1], sondern es geht auch fast nichts davon verloren, weil er vom Oel wieder abdestillirt wird. Um jeden Verlust an Schwefelkohlenstoff und eine starke Erhitzung des Oels zu vermeiden, geschieht die Destillation durch Einleiten von Wasserdampf unter Mitwirkung einer Luftpumpe. Er löst keinen andern Bestandtheil der Samen als das Oel. Dasselbe ist daher rein, also auch schleim- und wasserfrei und bedarf weder als Brennöl, noch als Schmieröl der Raffination. Das Oel ist geruch- und säurefrei. Die Ausbeute an Oel beträgt 12—16% mehr als beim mechanischen Verfahren und doch soll der Futterwerth der Oelkuchen derselbe sein. Das Verfahren erfordert nur eine Operation und keine größeren Arbeitskosten, aber eine billigere Einrichtung. Da es jedoch noch nicht gelungen ist, das Vorurtheil gegen die Preßkuchen als Viehfutter zu überwinden und durch doppeltes Pressen und Vervollkommnung der Pressen das Oel bis auf wenige Procente gewonnen wird, so hat diese Methode immer noch wenig Verbreitung gefunden.

Raffiniren der Oele.

Das erhaltene Oel, besonders das Rüböl enthält noch Schleim und andere Unreinigkeiten, welche es durch Ruhe nach einiger Zeit größtentheils von selbst absetzt. Zum Brennen in Lampen und zur Darstellung von Firnissen müssen jedoch die Oele vollkommner gereinigt oder raffinirt werden, weil sich beim Brennen der Docht vom Schleimgehalt rasch mit harter, geschmolzener Kohle überzieht und die Firnisse nicht trocknen. Man reinigt das zum Brennen bestimmte Oel mit Schwefelsäure, welche Schleim und Extractivstoff verkohlt. Man erwärmt das Oel, rührt es anhaltend mit $^1/_2$ bis $1^1/_2$% concentr. Schwefelsäure, setzt dann den vierten Gewichttheil warmes Wasser zu, rührt wieder um, läßt es sich vom Wasser scheiden und filtrirt durch Baumwolle oder setzt Oelkuchen zu, die man nach gehörigem Umrühren absetzen läßt und zuletzt auspreßt. Dieses Verfahren erfordert viel Zeit, wird aber bedeutend abgekürzt, wenn zugleich ein Luftstrom durch das Oel geleitet wird. Die Reinigung des Oels durch Salzwasser oder Lohebrühe ist unvollkommen.

---

1) Er war nur theuer, so lange er im Kleinen dargestellt wurde.

Wichtigkeit. Wegen ihrer flüssigen Consistenz vertheilen sich die fetten Oele bei gewöhnlicher Temperatur leichter als die festen Fette. Sie sind daher am wichtigsten zur Firnißbereitung und zur Bereitung kalter Speisen. Für warme Speisen werden Oele und feste Fette ohne Unterschied benützt, je nachdem sie an einem Orte billig zu haben sind. Die Oele sind ferner wichtig zum Schmieren feiner Maschinen, wie Uhren. Oele haben zwar beim Schmieren den Nachtheil, daß sie abtropfen und daher öfter aufgetragen werden müssen. Dagegen haben sie weniger Reibung, lassen sich schneller auftragen und dringen durch enge Oeffnungen, während feste Fette nur für offene Stellen passen. Sie dienen ferner zum Fetten der Wolle und zum Türkischrothfärben.

Als Leuchtmaterial kommt Oel bei gleicher Lichtentwicklung theurer als Talg, ist nicht so reinlich zu handhaben und paßt nicht gut zum Umhertragen. Dagegen verändert sich der Standpunkt der Oelflamme nicht, wie der der Kerze und der Docht bedarf selten des Putzens, denn die Oberfläche des Oels sinkt weit langsammer als die einer Kerze und das Oel saugt sich leichter auf. Man kann daher für Lampen mit Zuggläsern und für Straßenbeleuchtung keine Kerzen anwenden, ebenso auch nicht bei Feuerarbeiten, weil sie abschmelzen. Wo es nicht auf große Helligkeit ankommt, wie bei Nachtlichtern, kann eine Oelflamme insoferne sparsamer brennen als eine Kerze, als sich die Oelflamme beliebig verkleinern läßt.

Die Brauchbarkeit eines Oels zum Brennöle gründet sich hauptsächlich auf seine Leuchtkraft, rußfreie Verbrennung und Billigkeit. Je größer die Leuchtkraft, um so schneller verbrennt es in der Regel. Nicht trocknende Oele eignen sich besser zum Brennen als trocknende, weil diese mehr rußen und Brenner und Dochte verharzen. Das gewöhnlichste Brennöl ist bei uns Reps- und Rüböl, weil sie wegen ihres starken Geruches und Geschmackes weniger als Speiseöle brauchbar sind. Das Repsöl hat jedoch den Vorzug, weil es rußfreier brennt und auch vermöge seines milden Geschmackes noch eher zum Speiseöl taugt als Rüböl. Im südlichen Europa benützt man die geringeren Sorten des Olivenöls zum Brennen. Hanföl dient zur Straßenbeleuchtung für hohe Kältegrade (im nördlichen Europa), wo Rüböl erstarrt. Die übrigen dienen nur an einzelnen Orten zum Brennen, wo man sie billig haben kann.

Die Anwendbarkeit der Oele als Speiseöle hängt hauptsächlich davon ab, daß sie entweder keinen, oder einen angenehmen, milden, d. h. süßlichen (nußartigen) Geschmack und einen angenehmen, aber schwachen Geruch haben und nicht leicht ranzig werden. Am meisten ist das Olivenöl geschätzt, besonders wegen seines feinen aromatischen Geruches und wegen seiner Ausgiebigkeit (es macht fetter als andere Oele vermöge seiner Dünnflüssigkeit).

Im südlichen Europa, wo es erzeugt wird, dient es nicht blos als Salatöl, sondern auch zum Kochen und Braten. Bei uns ist es theuer, wird daher wenig benützt und häufig mit andern Oelen verfälscht. Das beste kommt aus Aix in der Provence und heißt daher Provencer Oel, das geringere Baumöl. Gegenwärtig erhält man jedoch bei uns als Baumöl nur Mohnöl, welches in Deutschland und Nordfrankreich das gewöhnlichste Speiseöl ist. In den Gegenden und Jahren, wo die Buchnüsse oder Bucheln gerathen, zieht man das Buchelöl dem Mohnöl noch vor. Das Mohnöl ist fast geruch- und geschmacklos. Das Buchelöl hat zwar frisch einen scharfen Geschmack, verliert ihn aber durchs Alter oder mäßiges Erwärmen, am besten mit siedendem Wasser, ist dann angenehm süßlich und wird nicht leicht

ranzig. Das Wallnußöl dagegen ist nur frisch gepreßt genießbar, weil es bald einen unangenehmen Geruch annimmt.

Das Mandelöl hat wenig Geruch und Geschmack, ist viel theurer als Olivenöl und wird sehr leicht ranzig. Demungeachtet dient es als innerliches Arzneimittel wegen seines milden Geschmackes, und weil man es zu jeder Zeit leicht selbst darstellen und daher für seine Frische und Aechtheit stehen kann. Bisweilen dienen auch Haselnuß-, Leindotter-, Repsöl und viele andere als Speiseöle. Das Mohnöl ist am leichtesten, Olivenöl aber schwer verdaulich. Das Leinöl und nach ihm das Mandelöl wirken am stärksten erschlaffend. Das Leinöl paßt wegen seines üblen Geschmackes am wenigsten zu Speiseöl; man benützt es aber in der Medicin, besonders äußerlich, gegen Verbrennungen. Das Ricinusöl dient blos als Purgirmittel.

Wo manche Oele billig genug sind, dienen sie auch zur Seifenbereitung, so z. B. Hanf-, Lein- und Rüböl in nördlichen Gegenden zur Schmierseife, geringes Olivenöl im Süden zu fester Seife.

Schmieröle. Zum Schmieren der Maschinen eignen sich blos die nicht trocknenden Oele, und von diesen am besten das Olivenöl, weil es die geringste Zähigkeit hat und sich am langsamsten verdickt. (S. auch Klauenfett S. 271). Um Oele auf diese Eigenschaft zu prüfen, läßt man sie auf einer schiefen Fläche in einzelnen Ruthen herablaufen, damit man sieht, welches nach mehreren Tagen seinen Lauf am längsten fortgesetzt hat. Die Uhrmacher reinigen das Olivenöl, indem sie eine Bleistange hineinstellen und es damit der Sonne aussetzen, so lange sich eine käsige Masse abscheidet. Wegen seiner Geschmeidigkeit dient es auch zum Fetten der Wolle und zum Türkischrothfärben.

Für größere Maschinen haben jedoch die Oele den Nachtheil, daß sie durch die schnelle Bewegung aus den Axenbüchsen herausgeschleudert und durch die Last herausgedrückt werden. Man hat daher (namentlich in England) Schmieren von Salbenconsistenz, wie die Palmölschmiere, eingeführt, wovon durch die Erwärmung der Axen nicht mehr als nöthig schmilzt und zufließt. Da indessen die Fehler der Oele durch die tropfenweise Zuführung kleiner Mengen zu beseitigen sind, so ist man in Deutschland wieder vielfach zu Baumöl und Rüböl zurückgekehrt und findet darin eine namhafte Ersparung.

Das Baumöl, welches zum Speisegebrauch dient, ist mit einem hohen Eingangszoll belegt, das für Industriezwecke bestimmte zahlt dagegen weit weniger. Um es von ersterem Zweck auszuschließen, wird es denaturirt, d. h. mit 1/4—1/2 % Rosmarinöl versetzt.

Firnißöle. Zu Oelfarben und Firnissen sind nur die trocknenden Oele anwendbar. Sie erhärten an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff und unter Abscheidung einer schleimigen Substanz, welche gleichfalls Sauerstoff aufnimmt und dadurch unauflöslich wird.

Die Oxydation der Oele erfolgt mit der Zeit immer rascher [1]). Mit diesen Oelen getränkte poröse, organische Körper, wie Papier, Gewebe, Hobelspäne erhitzen sich dabei so stark, daß sie sich häufig von selbst entzünden. Das Trocknen oder die Erhärtung der Oele durch Oxydation scheint um so schneller zu erfolgen, je vollständiger der Schleim sich abgeschieden hat.

Oelfirniß. Das Trocknen wird nicht allein durch Alles vermehrt, was die Oxydation begünstigt, sondern auch durch Zusätze, welche mit dem Schleim unlösliche Verbindungen bilden, wie die Metalloxyde. Die Oxydation wird besonders durch Erhitzen befördert, namentlich, wenn man das Oel dabei fortwährend mit einer Schaumkelle durch die Luft fallen läßt. Es entstehen freie Fettsäuren, die später noch weiter verändert wer-

---

1) So beobachtete man, daß frisches Nußöl in den ersten 8 Monaten nur sein 3faches, in den folgenden 10 Tagen dagegen sein 60faches Volum Sauerstoff aufnahm.

den und das Oel erhält dadurch die Eigenschaft, in wenigen Stunden zu trocknen, während es sonst über 6 Wochen dazu braucht. Das gekochte Leinöl heißt **Leinölfirniß** oder **Firniß** in engerem Sinn. Er färbt sich beim Erhitzen dunkel, um so weniger jedoch, erfordert dann aber um so längeres Erhitzen, bei je niedrigerer Temperatur das letztere geschieht.

Die Oxyde, welche das Trocknen oder Verharzen der Oele befördern, werden dabei reducirt und erst das reducirte Oxyd soll dem Oel die trocknende Eigenschaft ertheilen. Besonders Kobalt- und Manganoxydul zeigen diese Wirkung. Da jedoch beide für sich nicht leicht darzustellen sind, so muß man eine Verbindung derselben anwenden, die jedoch leicht genug zersetzbar ist. Unter allen Salzen eignet sich am besten das borsaure (wovon 1—1½ Tausendel hinreicht), weniger das hippur- und benzoësaure Salz. Etwas Mangan wird frei und geht in Oxyd über. Das Trocknen vermehrt das Gewicht des Oels um 16% und wird durch das Licht befördert.

Durch Behandlung der Oele mit Bleioxyd wird gleichfalls das Trocknen derselben oder die Firnißbildung bewirkt. Zu gewöhnlichem Firniß wird das Oel mit etwas ($^1/_{20}$—$^1/_{16}$) Bleiglätte gekocht. Für helle Firnisse zur feineren Oelmalerei läßt man das Bleioxyd gewöhnlich blos bei Sonnenwärme einwirken, indem man es so zugleich bleicht.

Man stellt eine Bleistange hinein, welche sich allmälig aus der Luft oxydirt. Schneller erreicht man diesen Zweck durch Schütteln des Oeles mit Bleiglätte und Bleiessig, wodurch der Schleim gefällt und die Farbe weingelb wird

Kräftiger als Bleiglätte, nämlich zugleich oxydirend wirkt Mennige. Ein Theil des Bleioxyds bleibt im Firniß aufgelöst und ist durch Entstehung von Schwefelblei die Ursache, wenn Oelgemälde mit der Zeit schwarz werden. Solche Gemälde lassen sich nur durch Waschen mit Wasserstoffhyperoxyd (HO_2) wieder herstellen. Malerfirniß muß daher durch Schütteln mit verdünnter Schwefelsäure, oder durch schwefelsaures Zinkoxyd von seinem Bleigehalt befreit werden. Seitdem man Zinkoxyd statt Bleiweiß als weiße Farbe benützt, sucht man auch bei dem gewöhnlichen Oelfirnisse das Blei zu vermeiden, indem man Zinkoxyd oder Braunstein statt Bleioxyd beim Kochen anwendet. Durch Zinkoxyd wird auch der Firniß heller. Für Malerfirniß versetzt man das Oel bei gewöhnlicher Temperatur mit Quecksilberoxyd, welches sich darin allmälig zu Metall reducirt.

Durch Kochen mit borsaurem Manganoxydul erhält der Firniß zwar fast Bierfarbe, aber er trocknet in 24 Stunden vollkommen, hellt sich weit klarer aus als Glättefirniß, giebt daher auch viel mehr Glanz und dieser widersteht auch dem Abwaschen der Lackirung besser. Er eignet sich daher nicht blos sehr gut zu Wagenlack, sondern auch zu weißer Lackirung.

Ein kleiner Zusatz von starker Salpetersäure ($^1/_{4000}$) zu heißem Oel giebt gleichfalls einen schnell trocknenden Firniß, aber die gleichförmige Mischung der großen Oelmenge mit der kleinen Quantität Säure hat Schwierigkeiten, und, wenn dieselbe nicht sorgfältig genug wieder ausgewaschen wird, so macht sie die Firnisse spröde.

Das Bleichen der Firnißöle geschieht vollkommen (bis zur Farblosigkeit) an der Sonne, aber es erfordert mehrere Monate Zeit und gelingt nur in sehr flachen Kästen bei 1½ Zoll hoher Oelschichte. Durch Mengen mit Schnee und wiederholtes Ausfrieren werden sie ebenfalls, jedoch nicht vollständig gebleicht. Chromsäure (1 Th. eines Gemenges von 1 Th. 2fach chromsaurem Kali, 2 Schwefelsäure und 6 Wasser auf 10 Th. Oel) bewirkt in kurzer Zeit (5—6 Tage) eine fast vollständige Bleichung[1]. Reibt man die Oele zuerst mit 3% Mennige an, versetzt sie dann mit 100% Wasser und in kleinen Portionen mit 6% Salzsäure, welche mit 3 Th. Wasser verdünnt werden, so wird das Chlor so allmälig frei, daß die Oele davon in 4—5 Tagen ohne Nachtheil bis zum blassen Strohgelb gebleicht werden. Schüttelt man sie einige Minuten lang mit wenigen Procenten concentr. Salpetersäure und wäscht dann sogleich mit Wasser aus, so werden sie gleichfalls, jedoch noch weniger als mit Chlor entfärbt. Diese Bleichungsverfahren liefern ein völlig farbloses Oel, wenn man es nachträglich mit Bleiessig schüttelt. Thierkohle entfärbt weder die trocknenden, noch die nicht trocknenden Oele mit Ausnahme des Mandelöls. Auch durch Weingeist werden manche Oele, z. B. Olivenöl, vollkommen entfärbt, während er bei Leinöl wenig wirkt. Das Bleichen der Firnißöle.

Am häufigsten wird das Leinöl zu gewöhnlichem Firniß benützt, weil es am schnellsten trocknet und, zu andern Zwecken wenig brauchbar, das billigste ist. Nußöl trocknet langsamer und am langsamsten das Mohnöl. Beide sind jedoch weniger gefärbt, bleichen mit dem Alter vollkommner, selbst bei Licht und Luftabschluß, und dunkeln mit den Farben nicht nach. Das Leinöl wird am schnellsten ranzig und trocknet dann schlechter, später das Nußöl und am spätesten das Mohnöl. Das ranzige Oel löst sich dagegen bedeutend leichter in Alkohol auf und kann dann als geschmeidiger Zusatz für helle Lackfirnisse dienen.

---

1) Die Chromsäure verwandelt sich dabei in schwefelsaures Chromoxyd, welches sich wieder in Chromsäure verwandeln und neuerdings zum Bleichen verwenden läßt. Man fällt durch Kalk zuerst die überschüssige Schwefelsäure und nach Entfernung des schwefelsauren Kalks das Chromoxyd. Durch Rösten des Gemenges von Kalkhydrat und Chromoxydrat entsteht chromsaurer Kalk, der sich ebenso gut zum Bleichen eignet wie chromsaures Kali.

Zur **Oelmalerei** wird am häufigsten das Mohnöl angewendet, seltener das Nußöl, welches, da gewöhnlich mit Unterbrechungen gemalt wird, zu rasch trocknet. Mit Farbe gemengt trocknet das Mohnöl für die Oelmalerei schnell genug, nicht aber als Firniß für sich aufgetragen oder als fetter Lack.

Siccativ.

Stärker und mit mehr Bleiglätte, als gewöhnlich, eingekochtes und dann mit Terpentinöl verdünntes Leinöl dient als Zusatz zu gewöhnlichem Firniß, um ihn schneller trocknend zu machen und heißt **Siccativ** oder Trockenmittel. Häufig werden noch andere Zusätze gemacht, wie Mennige, Umbra oder besser Kalk und Magnesia, von denen namentlich letztere kräftig klärend wirkt; bisweilen auch eine kleine Menge ($^1/_{20}$) Asafötida. Diese stellt die Geschmeidigkeit, welche durch das starke Einkochen etwas leidet, wieder her (vgl. Asafötida). Man erhitzt z. B. 8 Th. Mennige und eben so viel Bleiglätte bis zum dunkeln Rothglühen, um sie vollkommen von Wasser und Kohlensäure zu befreien, weil sich das kohlensaure Bleioxyd nicht verseift, kocht damit 100 Th. Leinölfirniß, bis eine Probe nach dem Erkalten bei rascher Biegung zerbricht, läßt etwas abkühlen, setzt 160 Th. erwärmtes Terpentinöl zu und filtrirt durch Baumwolle. Das Siccativ wird dem Leinölfirniß zu etwa $^1/_{50}$ oder überhaupt in um so größerer Menge zugesetzt, je schneller er trocknen soll. Mit $^1/_5$ Siccativ versetzter Firniß trocknet in $^1/_2$ Stunde.

Um gewöhnliche Oelfarbe aus rohem Leinöl trocknend zu machen, versetzt man sie mit etwas gewöhnlichem Leinölfirniß. Ein solches Gemenge trocknet nicht nur leichter als bloses rohes Leinöl, sondern auch leichter als Leinölfirniß für sich.

Der Leinölfirniß dient, mit verschiedenen Farben abgerieben, zu Anstrichen für Holzwerk, Metall, mit Kreide als Glaserkitt, mit Thon als Kitt für chemische Apparate, zur Darstellung der Oellackfirnisse und zur Lederlakirung.

Lederlakirung, schwarze,

Das Leder wurde früher mit sehr fettem Copalfirniß lakirt. Da aber auch dieser immer noch zu spröde ist, so hat man ihn seiner Härte wegen nur noch für Militärhelme beibehalten, für Schuhe, Mützenschirme und andere Gegenstände, die häufigen Biegungen unterworfen sind, wendet man bloses Leinöl an. Den erforderlichen Glanz erreicht man durch möglichst vollkommene Klärung des Oels.

Man kocht Leinöl mit Berlinerblau, bis es dunkelbraun und dickflüssig ist, läßt es erkalten und absetzen (**Blaulack**). Das Berlinerblau wird beim Kochen des Firnisses nicht verändert, es scheint daher blos katalytisch zu wirken, es entwickeln sich verschiedene Gase und das Oel setzt später mit dem Berlinerblau ein wirkliches Harz ab.

und

Da aber das Leder jedes fette Oel, es mag noch so dick sein, begierig einsaugt, so muß man ihm zuvor einen Grund geben aus gewöhnlichem Leinölfirniß mit sehr vielem (ausgeglühtem) Kienruß, dann Firniß mit weniger Kienruß und dann erst das gereinigte Oel ohne Kienruß. Zuletzt trocknet man in einem Ofen bei 24—30° R., wodurch sich der Glanz zum Glasglanz erhebt und das Trocknen beschleunigt.

weiße.

Für Weiß und helle Farben wird gebleichtes Leinöl mit 3% Bleizucker und ebenso viel Schieferweiß $^1/_2$ Tag lang in Flaschen im Wasser-, oder besser Chlorcalcium-Bad erhitzt bis es überschäumt. Man läßt es sich dann an der Sonne aushellen und bleichen, reibt es mit Bleiweiß bis zur gehörigen Consistenz zusammen und trägt es auf. Sobald der Anstrich an der Luft abgetrocknet ist, schleift man ihn zur Befreiung von Unebenheiten mit Hirschhorn und polirt dann mit Baumöl und Weizenstärke.

Blechlackirung.

Beim Lackiren des Bleches dient der Oelfirniß wenigstens zum Grundiren. Man grundirt das Blech einmal mit Schleifgrund (gleiche Theile Terpentinöl und Oelfirniß mit Umbra angerieben), backt bei 40° R. im Lackirofen und schleift mit Bimsstein rein. Hierauf trägt man die Farbe mit 2 Th. Terpentinöl und 1 Th. Firniß auf und backt wieder, dann folgt Farbe mit Copallack (der aber nur 1 Gewichttheil Oel und 2 G. Terpentinöl enthält), man schleift wieder, nun folgt Copallack aus 2 Th. Terpentinöl, 1 Th. Firniß und $^1/_8$ Copaivbalsam. Man backt wieder, schleift mit präparirtem Hirschhorn (phosphorsaurer Kalk) oder Kreide und Wasser matt und backt dann zum vierten Mal, damit der Anstrich überlauft und der Glanz zum Vorschein kommt. — Die Eigenschaft, nach dem Schleifen bei wiederholtem Backen auszufließen, erhält der Copallack durch den Copaivbalsam, aber nur mit Oel, denn ohne Oel reißt er.

Die **Buchdruckerfarbe** erhält man, wenn man das Leinöl einkocht, bis eine erkaltete Probe zolllange Fäden zwischen den Fingern zieht. Es macht nun keine Fettflecken mehr auf Papier und wird dann mit gereinigtem Kienruß gemengt. War es nicht genug gekocht, so bekommen die Buchstaben gelbe Ränder (die Farbe lauft aus).

Für feinere Drucksachen wendet man häufig Nußöl an, weil Leinöl zu rasch trocknet und dadurch die Lettern verunreinigt, Mohnöl dagegen zu langsam trocknet.

Wegen der schwierigen und feuergefährlichen Bereitung guter Druckfarbe wird dieselbe längst nicht mehr in den Druckereien sondern in eigenen Fabriken bereitet und verursacht deshalb den Druckereien namhafte Kosten. Man hat daher folgende Mischung: 9 Theile Terpentin, 10 Th. Schmierseife, 4 Th. Olein und 4 Th. Ruß — als eine Druckfarbe empfohlen, welche nicht nur sehr leicht zu bereiten ist und allen Anforderungen entspricht, sondern auch von den Lettern und vom Papier beim Umarbeiten desselben im Holländer leicht abzuwaschen ist.

Regeneration der Oelgemälde.

Die erhärteten siccativen Oele erleiden durch das Wasser eine eigenthümliche Veränderung. Die glänzenden durchsichtigen Oelanstriche werden im Freien durch die Feuchtigkeit der Luft und des Regens bald matt und trüb, indem sich die Masse in ein weißes Pulver verwandelt. Das Wasser durchdringt die Schichte ohne sie zu lösen, die Theile derselben werden daher nicht klebrig, wie beim Erweichen durch Lösungsmittel und beim Verdunsten des zwischen die einzelnen Theilchen gelagerten Wassers fehlt diesen die gegenseitige Adhäsion und sie bleiben vereinzelt. Die Auflösung mancher Harze und der Collodiumwolle in wasserhaltigem Aether liefern gleichfalls keine durchsichtigen, sondern trübe, weiße Anstriche. Die Auflösung von Sandarak in wässrigem Weingeist auf Glas gegossen giebt kalt getrocknet eine trübe, warm getrocknet eine klare Schichte, weil die Wärme den Zusammenhang der Harztheile wieder herstellt, welchen das nach dem Weingeist verdunstende Wasser unterbrochen hat. Noch weit schneller (schon in wenigen Tagen oder Stunden), besonders unter Mitwirkung von Wärme geschiebt dies beim Befeuchten, z. B. in Wassergefäßen. Daher die Flecken auf Oel- oder Firnißanstrichen durch Wasser oder wässrigen Weingeist. In trocknen Räumen tritt diese Veränderung durch Wasseranziehung aus der Luft erst nach vielen Jahren ein. Es beruht darauf die Zerstörung der Oelgemälde durch das Alter. Die Farben verlieren mit der Zeit ihre Frische und ver-

schwinden endlich ganz, indem alle dunkeln Stellen allmälig grau werden und zuletzt Alles weiß erscheint. Man kann die Bilder zwar durch einen Firnißanstrich wieder beleben, welcher die trübe Masse durchsichtig macht, allein die Farben erhalten ihre ursprüngliche Klarheit nie wieder vollkommen und diese Oel- oder Firnißanstriche bewirken ein starkes Nachdunkeln der Farben, weil die getrennten Theile durch einen *fremden Körper* in Verbindung gebracht werden. Das neueste *Regenerations-* oder *Wiederbelebungsverfahren* bezweckt daher eine *unmittelbare* Verbindung derselben. Man setzt die Oelgemälde nur den Dämpfen aus und zwar von solchen Flüssigkeiten, welche den trockenen Oelfirniß auflösen, wie Weingeist, Aether, Terpentinöl. Diese Dämpfe erweichen die pulverigen Theile des erhärteten Oeles und diese vereinigen sich wieder zur zusammenhängenden Masse, welche eben dadurch wieder ihre ursprüngliche Durchsichtigkeit annimmt und auch beim Verdunsten des Alkohols behält. Die Farben erscheinen dadurch wieder in ihrer ursprünglichen Frische. Man kann zu diesem Zwecke das Bild mit einem Kasten bedecken, auf dessen Boden mit Weingeist befeuchteter Flanell befestigt ist. Durch Auflegen eines mit Wasser befeuchteten Tuches kann das Bild in wenigen Stunden wieder in den erblindeten Zustand zurück versetzt werden.

Beseitigung alter Oelanstriche.

Um alte Oelanstriche zu entfernen, erweicht man dieselben der Billigkeit wegen gewöhnlich mit Pottaschenlösung, oder besser mit Aetzlauge und reibt dann mit Lappen, oder mit Sand und Stroh ab. Die dunkle Farbe, welche Holz dabei annimmt, ist leicht wieder durch Säuren zu beseitigen. Wo der Preis nicht im Wege steht, wäscht man am besten mit gewöhnlichem Weingeist ab, da dieser erhärtetes Leinöl sehr schnell und schon in der Kälte auflöst und keinen Geruch hinterläßt wie Benzol oder Terpentinöl. Für *frische* Oelfarbe eignet sich Weingeist nicht, weil er flüssiges Oel viel weniger löst, sondern Benzol oder Terpentinöl.

Die *Wichtigkeit der festen Fette* insbesondere beruht meist auf ihrer Consistenz und besteht in ihrer Anwendbarkeit zu Kerzen, Salben, Pflastern, harter Seife, zum Schmieren größerer Maschinentheile, zur Wagenschmiere, zum Verstreichen rinnender Gefäße[1]) oder um Zapfen und Kolben luftdicht zu machen.

Härten des Fettes.

Die Härte der Fette, besonders des Talges zu Kerzen, sucht man dadurch zu erhöhen, daß man das zerkleinerte Fett vor dem Schmelzen mit verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure (1 auf 100 Wasser) beizt oder erweicht, um die beigemengten Stoffe auflöslicher zu machen, und dann mit Wasser schmilzt.

Oder man schmilzt mit Wasser, dem irgend ein Salz (Kochsalz, Alaun, Glaubersalz) zugesetzt ist, weil Salzlösungen vermöge ihres größeren spec. Gew. sich mit dem aufgenommenen Leim und Glycerin vollkommner vom Fette abscheiden, als bloses Wasser.

Oder man erhitzt das Fett mit Schwefelsäure, wodurch sich dessen Bestandtheile in Fettsäuren verwandeln und preßt die Oelsäure ab.

Oder am besten: Man erhitzt das Fett mit $^1/_2$% rother rauchender Salpetersäure (s. S. 242). Gewöhnliche Salpetersäure ist nicht anwendbar, weil nur die Untersalpetersäure wirkt, nämlich durch Oxydation. Oder man entwickelt Untersalpetersäure aus Salpetersäure und Syrup, leitet das Gas nebst Wasserdämpfen ins Fett und bleicht dann das gelbgewordene Fett am Licht oder durch Zusatz von Salzsäure, wodurch Chlor entsteht. Durch diese Oxydation wird das Fett nicht blos härter und brennt vermöge der Abscheidung des Leimes und Glycerins und des von diesen zurückgehaltenen Wassers heller und sparsamer, sondern es wird auch weißer. Wie die Untersalpetersäure wirken auch schwefelsaures Manganoxyd, mangansaures Kali und 2fach chromsaures Kali mit Schwefelsäure.

Das Palmöl schmilzt bei 24° R., nach dem Erhitzen mit Schwefelsäure bei 30,4°, nach dem Waschen mit Wasser bei 35,6° und nach dem Abpressen der öligen Fettsäure bei 43,6°.

Die *festen Pflanzenfette* (feste Oele) sind außer ihrer Consistenz den nicht eintrocknenden Oelen ganz ähnlich. Die wichtigsten sind folgende:

Das *Palmöl* ist eine pomeranzengelbe Butter von Veilchengeruch. Farbe und Geruch verlieren sich mit dem Alter, auch die Schmelzbarkeit nimmt mit dem Alter durch das Ranzigwerden (Bildung freier Fettsäure) zu (von 23° bis 29° R.). Es besteht aus Elain, Palmitin oder palmitinsaurem Glycerylоxyd, freier Palmitinsäure und einem pomeranzengelben Farbstoff. Man erhält es durch Auspressen und Auskochen der Frucht einer Palme (Avoira Elais). Es dient wegen seiner Billigkeit zur Seife (S. 244), wozu man es bisweilen nach Entfernung des Bodensatzes durch Erhitzen bis 88° R. bei möglichst großem Luftzutritt bleicht. Bei gleichzeitiger Einwirkung des Sonnenlichtes ist die Entfärbung in 10 bis 15 Stunden vollendet. Die vollkommenste und rascheste, aber auch kostspieligste Bleichung ist die durch Chromsäure (2fach chromsaures Kali mit Schwefelsäure). Für Harzseife nützt jedoch das Bleichen nichts, weil das Harz gleichfalls gelb ist.

Das *Cocosnußöl* ist eine farblose Butter von eigenthümlichem Ge-

---

1) So gewährt z. B. das Einlegen eines mit Talg beschmierten Streifens Cattun zwischen die Fugen eines rinnenden Fasses 2c. mehr Sicherheit als Kitte, Binsen u. s. w.

ruch, wird durch Auspressen und Auskochen der Cocosnußkerne erhalten und dient gleichfalls zur Seifenbereitung (S. 244).

Das Lorbeeröl ist eine grüne Butter von angenehmem Geruch durch beigemengtes ätherisches Oel, wird aus den Lorbeeren gepreßt und wird zu Salben benützt.

Die Muskatnußbutter ist ein gelbes talgartiges, leicht (bei 16° R.) schmelzbares Fett von gewürzhaftem Geruch nach dem ätherischen Oel der Muskatnüsse, aus denen man es durch Auspressen erhält. Es wird wie das vorige in der Chirurgie zum Einreiben gebraucht.

Die Cacaobutter ist ein farbloser Talg von schwachem Cacaogeruch und fast ohne Geschmack, der aus Cocin (cocinsaurem Glycerylorhd) nebst Capron- und Caprinsäure besteht und durch Auspressen der Cacaobohnen, der Früchte eines südamericanischen Baumes (Theobroma Cacao) erhalten wird. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie nie ranzig wird und dient daher zu Salben für empfindliche Theile, wie Augen und Lippen. Sie ist ferner der Hauptbestandtheil der Chocolade, welche man erhält, wenn man die Cacaobohnen schwach röstet, damit sie sich schälen lassen, zerstößt sie, befreit sie durch Schwingen und Sieben von den Schalen, reibt sie auf heißen eisernen Platten, damit das Fett schmilzt, zu feinem Teig, setzt Zucker und Vanille zu und läßt die Masse in Formen erkalten.

Die Cacaobohnen bestehen über die Hälfte aus Fett, die andere Hälfte aus Eiweißstoff, Stärkmehl, Gummi, Wasser, rothem Farbstoff, sehr wenig Faserstoff, flüchtigem Oel und einem Alkaloid (Theobromin). Kocht man Cacaobohnen oder Chocolade mit Wasser und filtrirt die Flüssigkeit, so bleibt alles Stärkmehl des Cacao bei dem Eiweiß zurück und die Flüssigkeit wird nur dann von Jod gebläut, wenn größere stärkehaltige Zusätze wie Reis u. dgl. gemacht wurden.

Die Thierfette sind wie die Pflanzenfette vollkommen stickstofffrei, meistens fest und von weißer Farbe, aber mit dem zunehmenden Alter der Thiere werden sie gelb und oft selbst bräunlich. Sie haben fast alle einen thierischen, je nach der Thierart verschiedenen, aber selten angenehmen Geruch und trocknen an der Luft nicht aus.

Darstellung. Man erhält sie, indem man das das Fett einschließende Zellgewebe zerhackt und über freiem Feuer ausbratet. Das Zellgewebe zieht sich zusammen, zerreißt und die Zellen entleeren das Fett. Dabei bräunen sich aber diese Theile und ertheilen dem Fett leicht eine gelbe Farbe. Besser zerreißt man daher das Zellgewebe in einem Mörser oder zwischen Mühlsteinen. Dann läßt es sich schon im Wasserbad oder durch Dampf ausschmelzen, besonders bei Zusatz von verdünnter Schwefelsäure oder Alaun, wodurch der Schleim gerinnt und das Zellgewebe sich zusammenzieht und leichter in der Wärme zerreißt. Am leichtesten gelingt das Ausschmelzen, wenn man das Fett mit Aetzlauge erwärmt, welche so verdünnt ist (1 Th. Natron: 800 Th. Wasser), daß sie Schleim und Zellgewebe löst, ohne das Fett zu verseifen. Zugleich wird so ein völlig geruchloses Fett erhalten und der üble Geruch beim Schmelzen vermieden, welcher davon herrührt, daß theils bei der Aufbewahrung des rohen Fettes, theils beim Ausbraten riechende Stoffe entstehen, welche mit den Alkalien geruchlose Verbindungen bilden. Nach dem Ausbraten entfernt man die häutigen Theile (**Grieven**) durch Sieb und Presse und benützt sie zur Seife oder als Schweinefutter; nach dem Ausschmelzen mit Lauge sind sie in der abgelagerten Flüssigkeit gelöst.

Die wichtigsten flüssigen Thierfette sind der Thran, das Klauenfett und Eieröl.

Der Thran ist je nach seiner Abstammung und Gerinnung sehr verschieden, mehr oder weniger dünnflüssig, farblos, gelb oder durch beigemengte Fäulnißproducte braun gefärbt, durchsichtig oder undurchsichtig, von schwachem oder starkem Fischgeruch, der dunkle meist sehr übelriechend. Er besteht aus elain-, palmitin- und delphinsaurem Glycerylorhd und wird aus dem Speck der Wallfische, Pottfische, Delphine, Seehunde, auch aus Häringen und aus der Leber der Stockfische erhalten, theils durch freiwilliges Ausfließen, theils durch Ausbraten, theils durch Kochen mit Wasser. Man reinigt ihn durch Gerbstoff oder Metallsalze, welche eingemengte Thierstoffe niederschlagen; den Geruch entzieht verdünnte Lauge.

Der Thran dient bei uns hauptsächlich zum Einfetten des Leders in der Loh- und Sämischgerberei, weil er unter den flüssigen Fetten das billigste ist. Wegen seiner flüssigen Consistenz dringt er nicht blos leichter ins Leder ein, sondern er macht es auch geschmeidiger als ein festes Fett. Für Lederzeug, mit dem er länger in Berührung bleiben soll, muß er mit (3 Th.) Schweinefett versetzt werden, sonst macht er es bald brüchig. Die Fettsäuren, welche beim Ranzigwerden der Fette frei werden, wirken zerstörend auf die Thierfaser und zwar um so mehr, je flüssiger sie sind, also am meisten die fetten Oele, während Stearin- und Palmitinsäure als feste und daher chemisch unthätige Körper diese Wirkung beschränken. Pflanzenöle für sich sind daher dem Leder ebenso nachtheilig als bloser Thran.

Die Weißgerber schaffen den Thran wieder durch Walken mit verdünnter Pottaschenlösung aus dem Leder heraus. Die emulsionartige Masse verkaufen sie an die Lohgerber als Degras. Das lohgare Leder wird äußerst geschmeidig davon, so daß man dadurch an Lohe sparen kann, aber das Kali zerstört sehr bald die Haltbarkeit desselben. Das Leder wird wohlfeil, aber schlecht.

Der Thran dient ferner als innerliches Arzneimittel, theils wegen seines Jodgehaltes, theils als Fett im Allgemeinen, durch Auflösung von Verhärtungen bei Gicht- und Drüsenkrankheiten; ferner in nördlichen Gegenden wegen seiner Billigkeit zur Darstellung der Schmierseife und zum Brennen. Die Bewohner mehrerer Nordküsten genießen nicht nur den Speck der Wallfische, sondern sie trinken auch den Thran.

Das Klauenfett ist ein blaßgelbes Oel, welches nicht leicht ranzig wird und sich langsamer verdickt, als das beste Olivenöl. Zum Uhrmacheröl läßt man es aus aufgeschlagenen, von Horn befreiten Ochsen- und Hammelfüßen auf einem Zimmerofen ausfließen, für größere Maschinen erhält man es durch Auskochen der Knochen mit Wasser, gewöhnlich als Nebenproduct bei der Fabrikation des Knochenleimes.

Es ist das beste Schmieröl für feine Maschinen und dient wegen seiner Geruchlosigkeit auch zu feinen Bäckereien und als Haaröl.

Darstellung des Knochenfettes.

Das gewöhnliche Knochenfett, welches man bei der Fabrikation von Leim und Knochenmehl als Nebenproduct erhält, bildet eine Emulsion mit Leim, Kalkseife und Wasser und ist sehr schwer zu reinigen. Nach langem Stehen sondert sich zwar das Oel ab, aber nur zum kleinsten Theil. Die Behandlung mit Schwefelsäure oder Bleiessig wirkt schneller, kommt aber zu theuer. Schnell und billig wird aber die Reinigung unter Mitwirkung eines elektrischen Stromes. Man erwärmt das Fett schwach (32° R.) in einem kupfernen Kessel mit 1/4—1% Schwefelsäure und 10% Wasser, nachdem man so viel Zink in Platten eingelegt hat, daß die Zinkfläche etwa die Hälfte der Kupferfläche beträgt. Der Leim wird zerstört und scheidet sich theils in gasförmigen Producten, theils als Bodensatz ab, während das Oel nur etwas dickflüssiger, sonst aber nicht verändert wird.

Durch Schwefelkohlenstoff wird in der Regel das Fett unmittelbar aus den Knochen selbst ausgezogen, nachdem man sie in rohem Zustand gestampft hat.

Das Eieröl enthält Phosphor, ist dickflüssig, gesteht leicht, wird bald ranzig und verliert seine Farbe dabei. Man erhält es durch Auspressen der hart gesottenen und gerösteten Eidotter. Es dient blos in der Medicin zum Einreiben empfindlicher Theile.

Von den schmierigen Thierfetten oder Schmalzarten sind die wichtigsten das Schweinefett, Butterfett, Pferdefett und Gansfett.

Das Gansfett ist eine ungleichartige, körnige Masse von ausgeschiedenem Elain und körnig krystallisirtem Palmitin und Stearin und hat Butterconsistenz. Für sich geschmolzen ist es farb-, geruch- und geschmacklos; aus oder mit dem Fleische gebraten dagegen gelblich, von eigenthümlichem Bratengeruche und dient deshalb zum Schmelzen der Speisen.

Das Rindschmalz, Butterfett oder Schmalz in engerem Sinn hat wie das Gansfett eine körnige Beschaffenheit, unterscheidet sich aber davon durch eine goldgelbe Farbe, einen andern, aber gleichfalls angenehmen Geruch und etwas festere Consistenz. Schnell abgekühlt erstarrt es gleichförmig. Durch Erhitzen bis zu anfangendem Sieden wird es geruchlos. Da es in den meisten Gegenden das billigste Fett von angenehmem Geschmack ist, so wird es auch am häufigsten zu Speisen, besonders für feine Backwerke benützt. Man erhält es, wenn man die Butter der Kuhmilch bei gelinder Wärme ausschmilzt.

Die Butter besteht aus einem festen Fette (Palmitin) und zwei flüssigen (Elain und Butyrin) gemengt mit $^1/_6$ Wasser und Käsestoff. Durch die Gegenwart beider letzteren wird sie sehr bald ranzig, indem sich besonders das Butyrin leicht in Buttersäure (S. 232) verwandelt, welche der Butter einen ranzigen Geruch und Geschmack ertheilt. Man kann sie aber davon durch Kneten mit Wasser befreien. Die Butter läßt sich daher nur aufbewahren, wenn man sie einsalzt, oder wenn man sie ausläßt (schmilzt), wobei sich der Käsestoff abscheidet und das Wasser verdampft. Sie hat in frischem Zustand einen sehr schwachen, aber noch angenehmeren Geschmack als das Schmalz und wird deshalb und weil sie eine gleichartige Masse bildet, auch häufig roh genossen.

Die Milch enthält 10—13% fester Bestandtheile, sie ist eine Auflösung von Casein (Käsestoff) in Wasser, worin kleine Fettkügelchen schwimmen (die wahrscheinlich von einer Hülle von Käsestoff umgeben sind) und eine Emulsion mit dieser Auflösung bilden. Sie enthält aber auch aufgelösten Milchzucker, Extractivstoff, Salze (besonders phosphorsauren Kalk, Chlorkalium, Chlornatrium) und etwas Natron, welches die Auflösung des Caseins vermittelt, nebst wenig Milchsäure, welche beim Stehen aus dem Milchzucker entsteht. Sie hat im Durchschnitt 1,030 spec. Gew. und reagirt bei trockner Stallfütterung sauer, bei Weidegängern alkalisch. Das Casein bildet beim Erhitzen eine Haut an der Oberfläche der Milch.

In der Ruhe sammelt sich an der Oberfläche der Milch die Butter (die Milch wirft auf). Die aufgeworfene fette Milch wird abgeschöpft und heißt **Rahm**. (Sahne, Obers, Kern). Die abgeschöpfte Milch ist mager, bläulichweiß und hat an spec. Gewicht zugenommen, obgleich sie an festen Theilen verlor, weil das Verlorne hauptsächlich Fett war, was leichter als Wasser ist. Eben deshalb ist auch der dicke Rahm leichter als die dünne Milch. Der Rahm wird entweder als solcher verbraucht oder zu Butter verwendet.

Bei längerem Stehen der Milch über 10° R. verwandelt sich der Milchzucker allmälig in Milchsäure, bringt den Käsestoff wie jede andere Säure zum Gerinnen, die Milch gesteht zu Gallerte, hat einen sauren Geschmack (saure oder geronnene Milch) und der Rahm gleichfalls (saurer Rahm). Beim Erwärmen gerinnt sie dann in weißen Flocken **(Käse)**, die in einer gelblichen Flüssigkeit, den **Molken** schwimmen. Durch Abdampfen gerinnt endlich auch süße Milch, wahrscheinlich in Folge der Concentration ihrer

Säure. Wird die Säure durch kohlensaures Alkali gesättigt, so wird nicht nur dem Gerinnen vorgebeugt, sondern auch geronnene Milch wieder flüssig. Am besten eignet sich hiezu wegen seines schwachen Geschmackes das zweifach kohlensaure Natron, weniger der Borax. Bei 20 bis 24° R. geht der Milchzucker nicht mehr in Milchsäure, sondern in Traubenzucker und dieser in Weingeist über. Bei gewöhnlicher Temperatur bildet sich blos Milchsäure und erst nach mehreren Wochen Weingeist, weil der Käsestoff kein kräftiges Gährungsmittel für die Weingährnng ist und bei gewöhnlicher Temperatur durch die Einwirkung der Luft großen Theils jene Zersetzung erleidet, wonach er nicht mehr die Weingährung, sondern nur die Milchsäuregährung hervorruft.

Prüfung der Milch.

Zur Prüfung der Milch auf ihren Hauptbestandtheil, nämlich auf den Buttergehalt, ist das Aräometer nicht anwendbar (s. S. 11). Das Fett ist leichter als Wasser und die Milch demnach um so leichter, je mehr sie Rahm oder Butter enthält, allein auch durch Wasserzusatz wird sie leichter, indem das Wasser die Molken verdünnt. Die Abscheidung des Rahmes in graduirten Cylindern kann dadurch täuschen, daß eine mit Wasser verdünnte Milch den Rahm schneller abscheidet, also bei kurzem Abwarten sogar mehr Rahm aufwirft als unverdünnte Milch.

Das Galaktoskop von Donné.

Der brauchbarste Galaktometer oder Milchmesser ist das **Galaktoskop von Donné**, welches sich darauf gründet, daß die Milch um so undurchsichtiger erscheint, je reicher sie an Fett ist. Es besteht aus einer Art Lorgnette oder zwei in einander geschobenen Röhren, die an beiden Enden mit Glasplatten geschlossen sind. Nachdem letztere einander vollkommen genähert sind, füllt man den Trichter des Instrumentes mit Milch, bringt dasselbe vor eine Kerzenflamme und entfernt nun die zwei Gläser so weit von einander, bis so viel Milch zwischen beide fließt, daß die Flamme unsichtbar wird. Je geringer die Entfernung der beiden Gläser, um so besser die Milch.

Die Verdünnung der Milch mit Wasser kann man auch ohne Instrument aus dem Zuckergehalte der Molken berechnen. Zur Entdeckung einer Abschöpfung des Rahmes oder eines Zusatzes von Stärke- oder Milchzucker schüttelt man den Käse mit Aether und bestimmt den Gewichtverlust.

Durch anhaltendes Stoßen und Rühren des Rahmes im Butterfasse, am besten bei 10° R.[1]), ballen sich die Fettkügelchen und bilden zusammenhängende Klumpen von Butter, welche man durch Ausdrücken von der Buttermilch befreit, weil sie sonst leicht ranzig wird[2]).

Gewöhnlich wird die Butter aus saurem Rahm dargestellt, nicht, weil es vortheilhafter ist, denn man erhält aus süßem Rahm $^1/_3$ Butter mehr, sondern nur, weil die Säuerung in der Regel weit früher eintritt, als man eine hinreichende Menge Milch beisammen hat. Da sich in saurem Rahm der meiste Käsestoff als unlöslich ausgeschieden hat, so ballt er sich mit den Fettkügelchen zusammen, solche Butter enthält viel Käsestoff und giebt nur $^3/_4$ ihres Gewichtes Schmalz, während süße Rahmbutter fast ihr gleiches Gewicht liefert. Am vortheilhaftesten ist das Ausbuttern nach 36 Stunden. Bis dahin hat sich die Butter ziemlich vollständig aufgeworfen und nach dieser Zeit beginnt die Säuerung. Wo es angeht, stellt man die Milch in fließendes Wasser, damit sie bis zum Ausbuttern süß bleibt.

Wenn Luftzutritt das Ausbuttern erleichtert, so müßte das darauf beruhen, daß Luftzutritt die Bildung von Milchsäure vermittelt, welche die Abscheidung von Käsestoff zur Folge hat. Der Käsestoff sammelt sich bald in Flocken, an welchen die Butterkügelchen leichter Haftpunkte finden, als an ihren eigenen runden und glatten Flächen.

Außer der Benützung der Milch als Getränk, zur Bereitung verschiedener Speisen, zur Darstellung von Butter und Käse ist sie ein wichtiges Gegengift für scharfe Metall- und Pflanzengifte, sie dient als Bindemittel zur

---

1) In der Sommerhitze geht die Butter nicht zusammen, weil sie zu weich ist, in der Kälte ist die Dickflüssigkeit des Rahmes ein Hinderniß.

2) Soll diese durch Auskneten in Wasser noch vollkommner entfernt werden, so muß man etwas Salz zusetzen, sonst wird die Butter noch leichter ranzig, wahrscheinlich weil das Wasser lufthaltig ist.

Anstreichfarbe aus Kalk, indem dieser mit dem Käsestoff eine weiße leimartige Verbindung bildet, zum Klären der Liköre und andrer Flüssigkeiten, die Säuren oder Weingeist enthalten, mit welchen der Käsestoff gerinnt; zum Beizen des Fleisches und Handschuhleders, um sie zart und geschmeidig zu machen. Die Milchsäure, welche den Thierfaserstoff auflöst, lockert ihn blos, wenn sie sehr verdünnt ist, so daß ihn das Fett der Milch um so leichter durchdringt. Eben deshalb dient auch ein Gemenge von Olivenöl und Milch zum Walken des Wollentuches. Aus Pferdemilch, die am meisten Milchzucker enthält, bereiten sich Tartaren und Kalmücken ein gegohrenes Getränk, **Kumis** genannt.

Das Schweinefett ist je nach der Nahrung der Thiere von verschiedener Festigkeit, z. B. weicher bei Kartoffel-, als bei Körnerfütterung, am weichsten ist das americanische, entweder vom Futter, oder weil man nicht blos das härtere Eingeweidefett, sondern auch den weicheren Speck der äußeren Theile einschmilzt. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur geruchlos, geschmolzen aber von starkem Geruch, wird an der Luft gelb, ranzig, übelriechend durch Entstehung einer flüchtigen Fettsäure und reagirt daher sauer. Es besteht aus 3 Theilen Oleïn und 2 Th. Palmitin (Margarin) und soll kein Stearin enthalten.

Das reine Schweinefett dient im frischen Zustande zum Kochen, weniger aber wegen seines fleischartigen Beigeschmackes zu Backwerken. Wegen seiner Geruchlosigkeit und halbweichen Consistenz zu Salben, Pomaden und Lederschmiere, auch zur Darstellung feiner Schmierseife. In America, wo es in sehr großen Massen erzeugt wird, verwendet man es auch häufig zur harten Seife, zur Darstellung des Palmitins unter dem Namen Stearin zu Kerzen, und des Oleïns (Schweineschmalzöl), welches man dem Wallrathöl zusetzt uud nach Frankreich zur Verfälschung des Olivenöls (bis 60 und 70%) versendet.

Zur Lederschmiere giebt man ihm gewöhnlich eine dünnere Consistenz durch den Zusatz von 1/3 Thran (S. 271). 1/3 Fichtenharz statt des Thranes soll aber nicht nur die Schmelzbarkeit erhöhen, sondern auch das Ranzigwerden verhüten.

Dem Schweinefett ähnlich ist das Menschenfett, gleichfalls stearinfrei, aber noch weicher.

Das Kammfett oder das Fett des Pferdehalses ist etwas fester als Schweinefett und von schwachem, aber widerlichem Geruche. Wegen seiner passenden Consistenz und Unbrauchbarkeit als Speisefett dient es besonders als Lederschmiere. Die Seife davon bleibt lange weich. Das übrige Pferdefett ist weicher, giebt aber harte Seife.

Dem Kammfett ähnlich ist das Hundefett. Das Hasenfett trocknet an der Luft ein.

Von den festen Thierfetten oder Talgarten sind die wichtigsten der Rind- oder Hammeltalg.

Der Rindtalg oder das **Unschlitt** ist eine feste, etwas spröde, bei langsamer Erstarrung körnig krystallinische, bei rascher Abkühlung dagegen scheinbar gleichartige, gelblich weiße Masse, in reinem Zustande von schwachem Geruch und Geschmack; wenn er aber lange Zeit in rohem Zustande, d. h. mit dem Zellgewebe, besonders aber mit Fleischtheilen vor dem Ausschmelzen aufbewahrt war, so nimmt er einen sehr üblen Geruch an. An der Luft bleicht er sich, wird aber zugleich ranzig. Er besteht aus $^3/_4$ Stearin und Palmitin und $^1/_4$ Oleïn. Je mehr Wasser beim Ausschmelzen zugesetzt wurde, um so weißer ist der Talg, aber um so geringer auch die Ausbeute.

Von vorzüglicher Weiße und Härte soll man ihn durch Behandeln mit gespanntem Wasserdampf von 90 bis 100° R. erhalten. Gewöhnlich schmilzt man ihn mit sehr verdünnter Schwefelsäure (2 Schwefelsäure : 100 Wasser) oder man läßt ihn 2—3 Tage mit Wasser stehen, dem man 11% Schwefelsäure und eben so viel Salpetersäure zugesetzt hat. Säuren und Alaun befördern die Gerinnung und Ausscheidung anderer organischer Beimengungen, welche Wasser im Talg zurückhalten und eine unvollkommene Verbrennung bewirken. Bisweilen läßt man durch sehr langsames Erkalten großer Talgmengen in Kästen mit doppelten Wänden, deren Zwischenraum mit Häckerling ausgefüllt ist, das Stearin auskrystallisiren und preßt das Oleïn ab. Geruchlos erhält man ihn durch Schmelzen mit verdünnter Lauge (s. S. 270). Geringe Sorten werden am besten mit Chromsäure (S. 267) gebleicht.

Der Talg ist das billigste Fett von einer Consistenz, daß es auch im Sommer feste Kerzen und zwar von bedeutender Leuchtkraft, so wie eine sehr harte Seife liefert, daher seine Hauptanwendung zur Lichter- und Seifenfabrikation. Zu Kerzen taugt jedoch nur das Nieren-, Netz-, Darm- und Herzfett. Das weichere Fett vom Bauch (Griffe) dient nur im strengen Winter, gewöhnlich zu gezogenen Lichtern, meist aber zur Seife. Im Allgemeinen ist der Talg härter von älteren und von im Sommer geschlachteten Thieren, so wie bei dürrem Futter. (Ueber die Dochte vgl. S. 53). Außerdem dient der Talg zu Salben und Schmieren und das beim Kochen des Fleisches ausgeschmolzene Fett auch zum Schmelzen der Speisen; zu Backwerken aber noch weniger als das Schweinefett. Der Talg der Seifensieder ist wegen seines üblen Geruches von den zersetzten Theilen zum Genusse unbrauchbar.

Das **Kalbfett** ist weißer, aber weicher als Rindstalg und hat einen scharfen und unangenehmen Geruch.

Der **Hammeltalg** ist weißer und härter als der Rindstalg, hat aber einen eigenthümlichen Geruch, der mit dem Alter zunimmt, beim Bocktalg noch in höherem Maaße (als Bockgeruch) vorkommt und von Entstehung einer flüchtigen Säure, der Hircinsäure herrührt. Der gewöhnliche Talg ist ein Gemenge von Rind- und Hammeltalg in unbestimmtem Verhältnisse und der letztere ist als Zusatz nöthig, wenn die Kerzen, namentlich im Sommer die gehörige Härte haben sollen. Uebrigens sind **Bock-** und **Hirschtalg** dem Hammeltalg völlig gleich.

Das **Markfett** aus den Rinderknochen ist gelblich weiß, hat wenig Geruch, wird nicht leicht ranzig und eignet sich daher besonders zu Salben und Pomaden.

Fette, welche kein Glycerin liefern, von der Formel $(C_nH_{n+1})O$.

Bei Verseifung dieser Fette wird gleichfalls ein Körper ausgeschieden, der sich mit Wasser verbindet, aber nicht zu Glycerin, sondern zu einer fettartigen Substanz. Es gehört hieher das **Wallrathfett** (mit dem Cetyloxyd als Basis) und das **Wachs**. Sie gehören nach ihren physikalischen Eigenschaften und Anwendungen zu den Fetten, nach ihrer Zusammensetzung dagegen zu den Aetherarten.

Cetyloxyd.

Das Cetyloxyd, $C_{32}H_{33}O$ ist nicht in freiem Zustande bekannt. Das **Cetyloxydhydrat** oder der **Cetylalkohol**, $C_{32}H_{33}O, HO = \begin{matrix}C_{32}H_{33}\\H\end{matrix}O_2$

auch Aethal genannt (wegen des ähnlichen Verhaltens des Cetyloxyds und seines Hydrats mit Aether und Alkohol) scheidet sich ab bei Verseifung des Wallrathfettes. Es krystallisirt in Blättern, ist in heißem Alkohol leicht löslich, nimmt allmälig etwas Wasser auf und destillirt unverändert. Es hat keine technische Anwendung, wohl aber

das palmitinsaure Cetyloxyd, das Cetin, Cetaceum, Spermacet oder das Wallrathfett. Es ist eine spröde, weiße, durchscheinende, geruch- und geschmacklose Masse, welche sich etwas schlüpfrig anfühlt und in großen Blättern krystallisirt. Mit Wachs verfälscht ist es mehr trübe, zähe, und weniger krystallinisch. In kochendem starkem Alkohol ist es schwierig, leichter in wasserfreiem und in Aether löslich. Es bildet mit Elain den **Wallrath**, welcher sich in eigenen Höhlungen der Schädelknochen gewisser Wallfischarten (Cetaceen), besonders beim Pottfisch findet und krystallisirt beim Erkalten des getödteten Thieres aus. In kleinerer Menge ist es im Wallfischthran und in noch geringerer im Fette anderer Fische enthalten. Man scheidet das Elain oder **Wallrathöl** durch Filtriren und Pressen ab und verwendet es als vorzügliches Brennöl, besonders in England.

Man gebraucht das Wallrathfett zu Salben und Pomaden, um ihnen mehr Festigkeit zu geben, früher wegen ihrer Leuchtkraft (s. S. 241) zu durchscheinenden Kerzen, die aus Nordamerica und England zu uns kamen, allein sie sind theuer und brennen zu schnell, wurden daher durch die Paraffinkerzen verdrängt, welche nicht nur größere Leuchtkraft besitzen, sondern auch billiger und noch weit durchscheinender sind. Zur Beseitigung des krystallinischen Gefüges und der darauf beruhenden Zerbrechlichkeit ist ein kleiner Zusatz von (3%) Wachs erforderlich. In der Kattundruckerei dient es dazu, um den Farben Glanz zu geben, indem es sich leicht und in großer Menge mit den Farben verbinden läßt.

Wachs.

Das Wachs zeichnet sich vor den übrigen Fetten vorzüglich aus durch den Mangel eines krystallinischen Gefüges, durch einen gewissen Grad von Glanz (Wachsglanz) und dadurch, daß es sich nicht schlüpfrig, sondern im Gegentheile klebrig anfühlt und bei 24° R. zu einer zähen bildsamen Masse erweicht. Das Bienenwachs ist in rohem Zustande von dem Extractivstoff des Honigs gelb gefärbt, undurchsichtig, im Bruche kurz, trocken, splittrig, nicht sehr knetbar, von honigartigem Geruch, leichter als kaltes, schwerer als heißes Wasser und schmilzt bei 50° R. Das gebleichte Wachs ist weiß, an den Kanten durchscheinend, von schwachem Geruch, und 0,96 spec. Gew., ist schwerer schmelzbar (bei 56° R.) und enthält weniger Kohlenstoff, aber mehr Sauerstoff als das gelbe Wachs. Das Bienenwachs löst sich auch in kochendem Alkohol und in Chloroform nicht vollständig, wohl aber in 10 Th. kochendem Aether und in Oelen. Das Pflanzenwachs ist in der Kälte viel spröder aber meistens leichter schmelzbar und verseifbar, in kochendem Alkohol vollständig auflöslich, und brennt nicht so hell wie Bienenwachs — das Wachs enthält mehrere von einander verschiedene Fette.

Die zwei Hauptbestandtheile des Bienenwachses sind die Cerotinsäure (zu etwa 20%) und das Myricin, beide im Aeußeren vom Wachse wenig verschieden. Bei wiederholtem Auskochen des Wachses mit Alkohol wird die Cerotinsäure aufgelöst und das Myricin bleibt zurück. Das Pflanzenwachs enthält kein oder sehr wenig Myricin.

Die Cerotinsäure, $C_{54}H_{53}O_3, HO$ krystallisirt in feinen Nadeln und läßt sich in reinem Zustand ohne Zersetzung destilliren, in unreinem aber nicht.

Sie wurde in allen europäischen Bienenwachsarten gefunden, fehlte aber völlig in einem Bienenwachs aus Ceylon.

Das Myricin ist nicht krystallinisch, in Alkohol sehr wenig, aber leicht in Aether löslich, verseift sich mit schwacher Kalilauge schwierig, aber leichter mit concentrirter, besonders, wenn das Kali in Weingeist aufgelöst ist. Es zerfällt dabei in Palmitinsäure (vgl. S. 241), welche sich mit dem Kali verbindet, und in eine Substanz, die sich sogleich mit den Elementen des Wassers verbindet und damit das Melissin, Melylalkohol, oder Melyloxydhydrat $C_{60}H_{61}O, HO$ bildet, welches zur Classe der Alkohole gehört. Das Myricin ist daher als palmitinsaurer Melyläther zu betrachten. Das Melissin krystallisirt in Büscheln und ist schwerer schmelzbar als Cerotinsäure und Myricin.

Das Wachs findet sich im Pflanzenreich häufig, gemengt mit Harz, Chlorophyll und andern Stoffen, und ist in den glänzenden Ueberzügen der Blätter, Stengel, Früchte und im Blumenstaub enthalten. Besonders reichlich findet es sich in der Rinde der Wachspalme (Ceroxylon andicola) in Südamerica als Palmwachs.

Das japanische Wachs von Rhus succedanea ist ein Fett und besteht aus Palmitin, es ist weicher aber brüchiger als Bienenwachs. Das virginische, americanische oder Myrthenwachs von den Beeren des Wachsstrauches (Myrica cerifera) ist dem vorigen ähnlich und besteht aus Stearin, Palmitin und Elain, auch das Bicuhybawachs, welches in Südamerica zu Kerzen dient. Das chinesische Wachs von Stillingia sebifera in China besteht aus Palmitin und Elain. Dagegen gehören das Palmwachs von Chamaerops humilis auf Cuba, das Carnubawachs von der Carnubapalme in Brasilien, das Zuckerrohrwachs und die Cera de los Andaquies von einer kleinen Art wilder Bienen am Orinocco zu den wirklichen Wachsarten.

Das Bienenwachs schwitzt aus den Bauchringen dieser Thiere aus und ist nicht zu verwechseln mit dem wachshaltigen Blütenstaub, welchen die Bienen an den Füßen zur Nahrung der Larven eintragen. Die Bienen erzeugen das Wachs in ihrem Körper, auch wenn sie mit blosem Zucker gefüttert werden. Sie verwenden es zum Bau der Zellen. Die Zellen, welche noch keinen Honig enthielten, liefern ohne Bleichen weißes Wachs, **Jungfernwachs.**

Um das gewöhnliche Bienenwachs zu erhalten, läßt man den Honig aus den Waben (den mit Honig gefüllten Wachsscheiben) auslaufen, zerbricht sie, preßt sie aus, schmilzt sie mit etwas Wasser, wobei sich die Unreinigkeiten theils in Wasser lösen, theils zu Boden senken; läßt das gelbe Wachs auf hölzerne Walzen fließen, die halb in Wasser tauchen und beständig umgedreht werden, und bleicht die erhaltenen dünnen Bänder (3—4 Wochen lang) an der Sonne, oder mit Salpetersäure. Die Chlor-Bleichung ist nicht anwendbar, weil dabei ein Theil des Wasserstoffs im Wachs durch Chlor ersetzt wird. Es wird dadurch brüchig und brennt schlechter. Aber auch die Salpetersäure macht es merklich spröder als die Sonnenbleiche und es geht nach einem Jahre wieder zurück, wird wieder bedeutend gelb.

Das Wachs ist besonders wichtig wegen seiner Leuchtkraft zu Kerzen. Vermöge seiner Zähigkeit, Bildsamkeit, Festigkeit und Schwerschmelzbarkeit ist es brauchbar zum Wichsen von Zeugen, Faden und Fußböden, wo Talg und Fett abschmutzen würden, nebst Talg oder Seife, als Zusatz zur Stärke zum Appretiren der Leinwand um nebst der Steife einen milden Angriff zu geben, zum Verschmieren von Fugen und Rissen und zum Kleben, zu Aetzgrund,

Siegel- und Baumwachs, zu Salben und Pflastern, die Wachsseife zum Leimen feiner Papiere.

Die Wachskerzen werden nicht gegossen, weil sich das Wachs fest an die Formen setzt und, bei seiner starken Zusammenziehung, im Innern häufig Blasen und Höhlungen entstehen. Sie werden daher gezogen, oder richtiger angegossen, d. h. man gießt das Wachs an die aufgehängten Dochte und rundet die Kerzen durch Rollen auf einem Rollbrett. Die Altarkerzen erhält man, indem man den in Wachs getränkten Docht auf ein breit gedrücktes Wachsstück bringt, das Stück zusammenlegt und rund rollt. Doch werden jetzt auch Wachskerzen in Formen gegossen, die sich durch regelmäßige Form und glänzende Oberfläche auszeichnen. Die Wachsstöcke erhält man, indem man den wachsgetränkten Docht durch eine Ziehscheibe gehen läßt und auf eine Trommel aufwickelt. Man setzt dem Wachs (besonders dem Pflanzenwachs) etwas Terpentin (20—30%) und Talg zu, damit die Kerzen in der Kälte nicht springen. (Ueber die Dochte vgl. S. 53).

Oenyloxyd.

Das Oenyloxydhydrat oder Aceton, der Essiggeist oder Essigalkohol, $C_6H_5O, HO = \begin{matrix} C_4H_3 \\ C_2H_3 \end{matrix} O_2$ d. h. eine Verbindung von Acetyl mit Methyl oder $\begin{matrix} C_4H_3 \\ H \end{matrix} O_2$ d. h. Aldehyd, worin 1 Atom Wasserstoff durch Methyl ersetzt ist. Er ist eine dünne, farblose Flüssigkeit von geistigem Geruch, brennendem Geschmack und 0,81 spec. Gew., siedet bei 45° R., mischt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältniß, ist luftbeständig, brennt mit heller Flamme und wird von Säuren in eine Aetherart, Oenyloxyd verwandelt.

Es entsteht durch Zersetzung der Essigsäure beim Erhitzen essigsaurer Alkalien oder alkalischer Erden (S. 228), ebenso auch durch Erhitzen von Rohrzucker mit Basen, oder wenn man die Dämpfe concentrirter Essigsäure über rothglühendes Kohlenpulver leitet. Es hat keine technische Wichtigkeit.

Allyloxyd.

Knoblauchöl. Das Allyloxyd, C_6H_5O bildet nebst dem Schwefelallyl, C_6H_5S das flüchtige Oel der Zwiebelarten, welches Knoblauchöl genannt wird und den letzteren ihren scharfen Geruch und Geschmack verleiht. Das Schwefelallyl ist aber nicht blos der Hauptbestandtheil des Knoblauchöls, sondern

Senföl. es bildet auch mit dem Schwefelcyan-Allyl, C_6H_5, CyS_2, das flüchtige Oel des Senfs, Rettigs, Meerrettigs und anderer zu dieser Familie gehörigen scharfen Pflanzen.

Das Allyloxyd, Schwefelallyl und Schwefelcyan-Allyl sind farblose Oele von durchdringendem, senfartigem Geruch, die 2 ersteren leichter, letzteres etwas schwerer als Wasser, sie reizen die Augen heftig und wirken blasenziehend auf die Haut.

Indifferente Stoffe.

Die indifferenten Stoffe haben, wie indifferente oder neutrale Körper überhaupt, weder deutliche Eigenschaften der Säuren, noch der Basen, d. h. sie wirken nicht auf Lackmuspapier, schmecken weder sauer, noch alkalisch und vermögen auch in der Regel keine Säuren oder Basen aus ihren Verbindungen zu verdrängen, aber sie verbinden sich mit andern Körpern, wenn diese frei vorkommen, und zwar ebenso wohl mit sauren, als basischen.

Manche derselben verbinden sich am leichtesten, oder selbst einzig und allein mit andern indifferenten oder neutralen Körpern. Nur wenige verbinden sich mit gar keinen andern Stoffen chemisch, wie Kautschuk und andere Harze und flüchtige Oele.

Man theilt sie in allgemeiner verbreitete und in vereinzelt vorkommende und beide wieder in stickstofffreie und stickstoffhaltige, wovon erstere mehr im Pflanzen-, letztere aber besonders im Thierreiche vorkommen.

Allgemeiner verbreitete stickstofffreie Körper.

Die am meisten verbreiteten stickstofffreien Körper enthalten Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse wie das Wasser. Man hat sie daher **Kohlehydrate** genannt. Die Zahl ihrer Atome ist fast immer durch 6 theilbar, viele sind isomer und, wie verschieden auch die physischen Eigenschaften sein mögen, so stimmen sie doch in vielen chemischen Eigenschaften überein. Von den physischen Eigenschaften haben sie nur das gemein, daß sie farblos sind. Beim Erhitzen liefern sie Kohle, saure Destillationsproducte mit brenzlichem Oel, Wasser und entzündliche Gase. Durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren werden sie meist in Krümel- oder Schleimzucker, von concentrirter Salpetersäure in Oxalsäure, Zuckersäure und Schleimsäure, durch concentrirte Schwefelsäure in humusartige Stoffe nebst gepaarten Säuren, von concentrirter Salzsäure erst in der Wärme oder bei längerer Einwirkung gleichfalls in Humussubstanzen verwandelt.

Die 4 Hauptgruppen derselben sind, mit dem unlöslichsten anfangend zu den löslichsten übergehend, Holzfaserstoff, Stärkmehl, Gummi, Zucker.

Pflanzenfaserstoff.

Der Pflanzenfaserstoff ist die feste Substanz der Pflanzen, und bildet die häutigen Behälter für die flüssigen Theile oder das Skelet der Pflanzen.

Diese Behälter sind je nach ihrer dichteren oder mehr lockeren Aneinanderreihung eckig, länglich, oder rund und heißen dann **Zellen**. Bei manchen sind die Zwischenräume der an einander gelagerten Zellen so durchbrochen, daß sie lange Behälter oder **Gefäße** bilden. Manche Pflanzen bestehen blos aus Zellen und heißen dann **Zellenpflanzen**, die, welche zugleich Gefäße besitzen, **Gefäßpflanzen**.

Der Pflanzenfaserstoff besteht aus zwei verschiedenartigen Stoffen, der **Zellensubstanz**, einem biegsamen Häutchen, welches die Zellenwand bildet und der **Holzsubstanz**, welche das Zellhäutchen nach außen und innen überzieht.

Die **Zellensubstanz** oder **Cellulose**, $C_{12}H_{10}O_{10}$ ist farblos, durchscheinend, biegsam, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Oelen, verdünnten Säuren und Alkalien. In Schwefelsäure, welche durch $^1/_4$ Gewichttheil Wasser verdünnt ist, wird sie aufgelöst, aber durch Wasser als gallertartige Substanz daraus wieder gefällt, welche durch Waschen vollkommen von der Schwefelsäure befreit wird und sich durch Jod wie Stärkmehl bläut, aber durch Auswaschen mit Wasser vom Jod wieder befreit und entfärbt wird, was beim Stärkmehl nicht geschieht. Man hat deshalb diesen Stoff **Amyloid** (amylonähnlicher oder stärkmehlähnlicher Stoff) genannt. In starker Kalilauge wird die Cellulose gleichfalls aufgelöst, die Auflösung wird von Wasser nicht, wohl aber durch Säuren gefällt. Ohne Veränderung ihrer Zusammensetzung wird die Cellulose nur in Kupferoxyd-Ammoniak gelöst. Es ist jedoch nur eine scheinbare Lösung, denn mit Wasser verdünnt setzt sie die Cellulose als Gallerte ab. Sehr lockere Zellensubstanz wie die des isländischen Mooses löst sich bei längerem Kochen auch in Wasser. Alle spinnbaren Fasern bestehen hauptsächlich aus Zellensubstanz. Man erhält sie frei von Holzsubstanz, wenn man sie möglichst gut mechanisch zertheilt, warm digerirt mit verdünnter Aetzlauge, auswäscht, mit schwacher Salzsäure behandelt, wieder mit Wasser auswäscht, und das ganze Verfahren mehrmals wiederholt. Schneller erreicht man den Zweck, wenn man mehrmals abwechselnd mit Chlor oder Chlorkalk, Lauge und Salzsäure behandelt. Der Zellstoff wird zwar durch diese Reinigungsmittel selbst angegriffen, entgeht aber größtentheils der Zerstörung, wenn man mit gehöriger Sorgfalt und mit verdünnten Lösungen arbeitet. Man wäscht zuletzt mit Weingeist und dann mit Aether aus, um das Fett auszuziehen. Die zubereiteten Gespinnstfasern besonders aber Baumwolle, alte Leinwand, Papier und vegetabilisches Elfenbein[1]) sind fast chemisch reine Zellensubstanz.

Die **Holzsubstanz**, das Lignin oder die incrustirende Materie, welche die Zellensubstanz überzieht oder incrustirt, unterscheidet sich von der Cellulose hauptsächlich durch ihre Auflöslichkeit in schwacher Aetzlauge. Man erhält sie daher durch 12stündige Maceration des Holzes mit kalter Natronlauge von 36°, worin die Cellulose unlöslich ist, und Fällung der Flüssigkeit mit Salzsäure, als gallertigen Niederschlag. Sie wird von Jod nicht gefärbt.

Die gebleichte **Holzfaser**, d. h. das natürliche Gemenge von Zellstoff und Holzstoff, ist fasrig, zähe, von 1,5 spec. Gew., nicht auflöslich, ohne dabei verändert zu werden und zeichnet sich aus durch eine besondere Anziehung zu Thonerde, Eisen-, Zinn- und Manganoxyd, worauf das Beizen bei der Färberei beruht.

---

1) Schalen der Elfenbeinnuß, Phytelephas macrocarpa und microcarpa, eine Palme in Südamerica.

Die Holzfaser findet sich in der Natur stets durchdrungen von Farbstoff, Harz, Oel, Eiweiß, Wasser, Salzen und andern Stoffen. Die einzelnen Holzfasern sind von einem festen stickstoffhaltigen Häutchen umgeben.

Das Holz.

Durch das Vorwalten der Holzsubstanz entsteht das Holz und je reicher dieses daran ist, um so härter und um so politurfähiger ist es. Im Gegentheile ist es leichtes und weiches Holz. Altes Holz enthält mehr Holzstoff als junges und der Splint mehr als der Kern. Auch die Rinden, Schalen, der Kork und die steinigen Ausscheidungen, wie in den Birnen, gehören hieher.

Je mehr der Zellstoff vorwaltet, um so weicher und biegsamer sind die Pflanzentheile und, wenn die Zellen langgestreckt sind, so sind sie spinnbar.

Das Holz besteht aus Fasern, die an einander gelagert sind. Die Längenfasern sind noch durch Querfasern (Spiegelfasern) mit einander verbunden und erhalten dadurch größere Festigkeit. Die Zellen schließen Luft ein. Dadurch wird das Holz viel leichter. In luftfreiem Zustand hat alles Holz so ziemlich dasselbe spec. Gew., 1,4 bis 1,5. Durch längeres Liegen in Wasser wird die Luft verdrängt und das Holz sinkt unter.

Das chemische Verhalten des Holzes ist im Allgemeinen dasselbe wie das der Cellulose. Wasser und wässrige Alkalien entziehen ihm wenig lösliche Stoffe. Nur eigenthümliche Stoffe wie Harze und Farbstoffe bewirken einige Veränderungen in diesem Verhalten.

Das Holz ist das wichtigste Brennmaterial, entwickelt zwar weniger Hitze als Torf, Stein- und Holzkohle (zu denen es sich wie 26 : 30 : 60 : 73 verhält), ist stets theurer als die Holzkohle und häufig auch theurer als Torf und Steinkohle, aber es ist unter allen Brennstoffen am weitesten verbreitet, verbrennt auch in kleinster Menge und ohne starken Zug sehr leicht in jeder Heizeinrichtung, ohne lästigen Geruch und verursacht keine Verunreinigung. Was sich wegen geringer Dicke und weiter Entfernung nicht zum Transport eignet, dient zur Darstellung der Kohlen.

Seine Billigkeit, leichte Verarbeitbarkeit, Leichtigkeit, Zähigkeit, Elasticität, schlechte Wärmeleitung, Ausdauer in Wasser und gegen Säuren und Basen machen seine technische Anwendung weit häufiger als die der Metalle, Steine, Gläser und Thonarten.

Harte Holzarten (wie Eiche, Buche, Ulme, Nußbaum, Birnbaum, Ahorn) dienen hauptsächlich zu besseren Möbeln, Dreherarbeiten, Maschinentheilen, Schiffen, Kufen, Fässern und Wasserbauten. Weiche Hölzer (wie Kiefer, Fichte, Weißtanne, Rothtanne oder gewöhnliche Tanne, Lärche, Linde, Erle, Weide, Pappel) und unter diesen besonders die harzreichen (Nadelhölzer) dienen zu Bauten über dem Boden, weil sie den atmosphärischen Einflüssen am längsten widerstehen, das weiche Holz dient ferner sowohl wegen seiner Leichtigkeit, als Wohlfeilheit vermöge seines schnellen Wachsthumes zu ordinären Möbeln, Tonnen, Kübeln, Kästen, Packfässern, Dachlatten und wegen seiner Porosität zu Schießpulverkohle.

Viele harte und daher besonders zur Politur geeignete Hölzer von angenehmer Farbe und schönem Gefüge (Maser) dienen zu Kunstarbeiten, mehrere als Farbhölzer.

Unter den harten Holzarten wird am häufigsten die Eiche benützt, wegen ihrer Härte zu Möbeln und Maschinen, wegen ihres Gerbstoffgehaltes und darauf beruhenden Widerstandes gegen Fäulniß und Zerstörung durch Insecten zum Land-, Wasser- und Schiffbau, so wie für Küffnerarbeiten, die anhaltend mit Flüssigkeiten gefüllt sind, wie Wasser-, Wein- und Bierfässer und Tonnen, sie wird mit der Zeit immer härter und dauert Jahrtausende in Wasser; am wenigsten wird die Buche verarbeitet, sie trocknet zu langsam aus, verstockt daher leicht, namentlich an feuchten Orten und im Freien, und ist dem Wurmfraß unterworfen. Doch ist sie zu Schnitzarbeiten, wie Löffeln, Schüsseln und Schaufeln geeignet, weil sie reine (glatte, nicht poröse) Flächen giebt, der Abnützung durch ihre Härte widersteht und sich dabei nicht fasert und splittert,

noch durch Extractivstoff, Gerbsäure oder Harzgehalt den Flüssigkeiten Farbe und Geschmack ertheilt. Die Weißbuche als das härteste Holz dient hauptsächlich zu Werkzeugen. Die übrigen, weil sie seltner vorkommen, wegen ihrer Farbe, Politurfähigkeit oder schönen Maser, meist zu Möbeln.

Unter den weichen Hölzern finden die häufigste Anwendung Fichte, Kiefer und Tanne, weil sie die ergiebigsten Culturerzeugnisse bilden, überall fortkommen und wegen ihres Harzgehaltes zu vielen Zwecken durch keine andere Holzart zu ersetzen sind. Die Fichte und die ihr ähnliche Weißtanne dienen wegen ihrer Tragkraft und Leichtigkeit zu Balken nnd Packkisten, wegen der gleichlaufenden Faser und der darauf beruhenden Spaltbarkeit, sowie wegen ihrer Elasticität zu Schachteln, Zündhölzern, Resonanzböden und Mastbäumen; ferner zu leichteren Küffnerarbeiten, weil sie der Fäulniß besser widersteht als die Tanne, ohne den Flüssigkeiten einen unangenehmen Harzgeschmack zu ertheilen wie die Kiefer, und besonders wegen ihrer Spaltbarkeit, da man in nassem Zustand eine gleiche Ausdehnung nur in der Richtung der Faser erwarten kann. Die Kiefer dient wegen ihres Harzgehaltes für Anwendungen in freier Luft, zu Wasserröhren und zur Darstellung des Leuchtgases; ferner für Zimmerböden, weil sie am wenigsten schwindet, als das härteste Nadelholz sich nicht leicht austritt und wegen ihres Harzgehaltes beim Abwaschen leicht wieder trocknet. Die Tanne ist das geringste und daher auch billigste Nadelholz, weil sie sich in feuchter Luft am meisten ausdehnt, in trockner am stärksten zusammenzieht und dabei der Fäulniß wenig widersteht. Sie dient daher nur für die ordinärsten Schreinerarbeiten, die der Nässe nicht ausgesetzt werden, wie Schränke und fournirte Möbeln. Rüster (oder Ulme) und Erle dienen wegen ihrer Zähigkeit und Elasticität für Wagnerarbeit, die Linde für Bildhauer, weil sie sich am besten schneidet, und für Lackir- und Vergolderarbeit, auch deshalb, weil sie frei von Harz ist und daher nicht durchschlägt.

Conservirung des Holzes.

So dauerhaft das Holz unter Wasser bei Abwesenheit von Luft ist, so sehr ist es der Fäulniß und Verwesung unterworfen bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser und Luft, also besonders an der Oberfläche des Bodens. Durch Austrocknen wird das Holz dichter und nimmt dann nicht mehr so leicht wieder Feuchtigkeit auf als frisches.

Die Nebenbestandtheile des Holzes gehen zuerst in Fäulniß über. Es giebt daher zwei Mittel, die Fäulniß des Holzes zu verhindern: 1. Man zieht die auflöslichen Theile des Holzes aus, oder 2. man bringt sie mit fäulnißwidrigen Substanzen in chemische Verbindung.

Die Anwendung beider Mittel wird aber dadurch erschwert, daß es selbst Monate lang dauert, bis reines Wasser nur einige Zoll tief ins Holz eindringt. Wenn aber eine Flüssigkeit unlösliche Verbindungen mit dem Holze bildet, welche die Poren verstopfen, so beschränkt sich die Aufsaugung nur auf die Oberfläche.

Die Ausziehung des Holzes geschieht durch das Dämpfen. Dieses besteht darin, daß man Wasserdämpfe in einen geschlossenen Raum treten läßt, worin sich das Holz befindet. Die Wärme öffnet die Poren, das Wasser verdichtet sich im Holze und laugt es aus. Das gedämpfte Holz ist nicht mehr hygroskopisch.

Das Tränken (Imprägniren) des Holzes mit verschiedenen Auflösungen geschieht entweder durch bloses Einlegen des Holzes in diese oder durch Einpressen derselben, besonders, wenn das Holz zuvor luftleer gemacht war, oder besser: man benützt die Lebenskraft der Bäume, indem man die Flüssigkeit von einem Einschnitt im Stamme einsaugen läßt. Am vollkommensten ist die Wirkung, wenn die Gefäße gleichen Durchmesser haben, wie bei der Tanne und Fichte. Bei andern Hölzern dringt die Flüssigkeit nur in die weiteren Gefäße, nicht aber in die dichteren Theile. Meistens tränkt sich jedoch der äußere Theil oder Splint, welcher gerade auch am leichtesten fault, sehr bald.

Besonders häufig geschah früher das Tränken des Holzes mit Quecksilberchloridlösung, das **Kyanisiren** genannt nach dem Engländer Kyan, der es zuerst anwendete. Da jedoch das Quecksilberchlorid sehr theuer und giftig ist, so benützte man später das schwefelsaure Kupferoxyd, jetzt aber meistens Chlorzink, weil es unter allen Metallsalzen, die größte Adhäsion zum Faserstoff hat und daher denselben am vollkommensten (namentlich bis in den Kern) durchdringt. Die Faser entzieht der Auflösung basisches Salz und bildet damit eine unauflösliche Verbindung, welche durch die Gerbsäure und den Farbstoff des Holzes noch unlöslicher wird.

Diese Salze hindern nicht allein die Fäulniß des Holzes, sondern auch dessen Zerstörung durch Insecten. Zur Erhaltung der Geschmeidigkeit des Holzes, namentlich für Maste und Faßreife tränkt man es mit hygroskopischen Salzen, wie Chlorzink und Chlorcalcium.

Eine sehr einfache Methode der Holzconservirung besteht darin, daß man Schwefelkies (Doppelschwefeleisen) enthaltende Steinkohle verwittern läßt, damit schwefelsaures Eisenoxydul entsteht, und dieselbe zwischen das Holz (Pfähle oder Eisenbahnschwelleu) und den Boden bringt. Durch Regen und Bodenfeuchtigkeit wird der Vitriol in der Kohle ausgelaugt und vom Holz aufgesaugt. Die Methode ist billig und ihre Wirkung nachhaltig, allein es ist keine neutralisirende Substanz dabei anwendbar und solche Kohle nicht überall zu haben.

Wichtigkeit der Cellulose. Die Cellulose, welche am wenigsten Lignin enthält, dient theils zur Nahrung, theils als Spinnfaser. So ist sie in den Gräsern und Kräutern als Futter der Pflanzenfresser und in den Gemüsen, Salaten und Früchten verdaulich.

Die dichtere Zellsubstanz wird wegen ihrer Biegsamkeit und Zähigkeit zu Gespinnsten, Papier und Pappe benützt, besonders die biegsame, langfasrige, leicht trennbare Faser zwischen Rinde und Holz, die bei den Bäumen **Bast** heißt, die Stengel des Flachses, Hanfes und der Nessel, die Blätter des neuseeländischen Flachses, die Fruchthüllen der Cocosnüsse und die Samenwolle der Baumwollenstaude.

Am häufigsten werden Baumwolle, Flachs und Hanf verarbeitet; der Hanf wegen seiner vorzüglichen Stärke und Zähigkeit, aber geringeren Feinheit zu Tauen, Seilen, Stricken, Bindfaden, Schusterdraht, Netzen, Pack- und Segeltuch.

Flachs und Baumwolle zeichnen sich durch Feinheit aus. Die Flachsfaser wird von der der Baumwolle an Feinheit, diese aber vom Flachs bei weitem an Haltbarkeit übertroffen, die Flachsfaser ist straff, die Baumwollenfaser gekräuselt, das Baumwollengewebe hat daher stets ein wolliges, Leinwandgewebe ein glattes Aussehen. Wegen seiner Stärke, seiner kühlenden Wirkung auf die Haut und wegen seines Glanzes dient der Flachs vorzüglich zu Hemden, Bett- und Tischzeug, für die besseren Sorten des Fadens und läßt sich bei seiner Stärke zu den feinsten Spitzen verarbeiten. Die Baumwolle ist, obgleich nicht bei uns gebaut, wegen ihrer Ausgiebigkeit und geringerer Productionskosten fast die Hälfte billiger und färbt sich weit leichter als der Flachs, dient daher zu farbigen Zeugen für Oberkleider, zu geringerem Faden und Weißzeug.

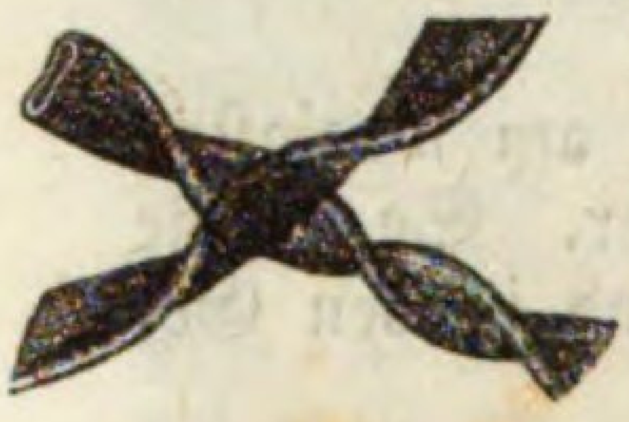
Leinene Lumpen bilden das vorzüglichste Papiermaterial, es werden zwar auch viel baumwollene verarbeitet, allein sie sind zu den feinsten Sorten nicht brauchbar. Die Baumwolle macht dagegen das Papier schwammiger, beim Befeuchten nachgiebiger und es nimmt alsdann die Farben besser an, wie beim Buch-, Stein- und Tapetendruck. Man versetzt daher die Leinwandlumpen für Druckpapier mit baumwollenen (bis zu $^9/_{10}$). Hanfene Lumpen geben weniger feines, aber festeres Papier. Wollene dienen zu grauem Löschpapier und zur geringsten Packpappe. Alte Stricke und Taue liefern Mittelpapier von besonderer Festigkeit; Werg wegen der anhängenden Acheln nur Packpapier und Pappe von gelber Farbe.

Mit der Zunahme des Papierverbrauches hat sich der Preis der Lumpen sehr gesteigert. Man hat sie daher durch billigere Stoffe zu ersetzen gesucht und es ist allmälig gelungen, aus Mais- und Roggenstroh, selbst aus Holz für sich, oder mit Lumpen versetzt, sehr gutes Papier zu erzeugen.

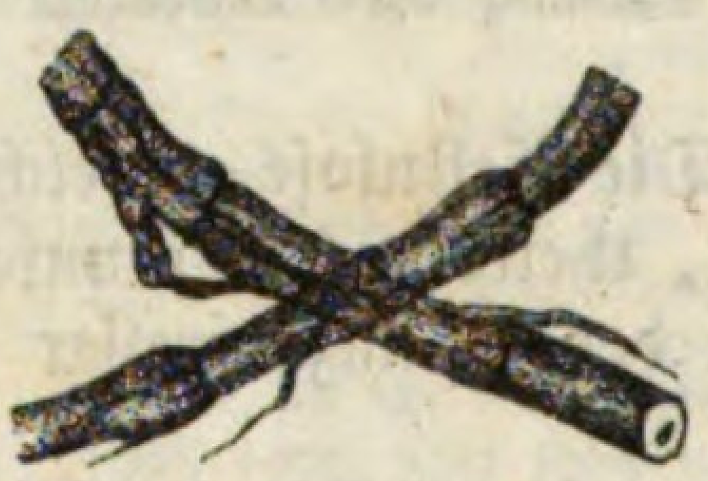
Das Bleichen des Papierzeuges geschieht durch Chlorkalk mit Schwefelsäure. Das Leimen geschah früher ausschließlich mit Thierleim. Jetzt tränkt man es zuerst mit einer Lösung von Fichtenharz oder Colophonium in

Kali und dann mit Alaun, wodurch sich unlösliche harzsaure Thonerde in der Faser niederschlägt. Diese vegetabilische Leimung geht daher nicht, wie der Thierleim durch Wasser verloren, verleiht aber dem Papier viel weniger Zähigkeit, es zerreißt und bricht leichter als bei thierischer Leimung.

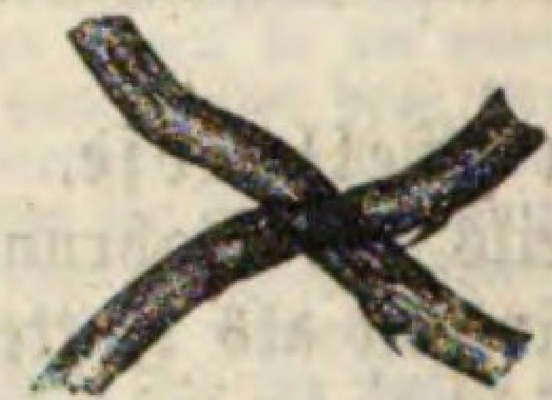
202.



203.



204.



205.



Unterscheidung von Leinwand, Baumwolle, Seide und Wolle.

Die Leinwand wird häufig mit Baumwolle verfälscht. Sie unterscheiden sich unter dem Mikroskop betrachtet, leicht durch ihre Form. Die Baumwollenfasern Fig. 202 sind breite Cylinder mit weitem hohlem Canal, daher bandförmig breit gedrückt und schraubenförmig gedreht. Die Hanf- und Leinenfasern Fig. 203 sind Röhren mit dicken Wänden und engem Canal und eben deshalb stärker als die Baumwollenfasern. Sie gleichen am meisten den Seidenfasern Fig. 204, unterscheiden sich aber davon durch ihre knotige Gliederung. Die Wollenfaser, Fig. 205 ist dicker als die übrigen Fasern und hat eine schuppige Oberfläche, welche sie zum Filzen und Walken fähig macht. Bei Haaren, welche diese Eigenschaft in zu geringem Grade besitzen, wird letztere durch Beizen mit Säuren u. dgl. hervorgerufen.

Auf chemischem Wege giebt es kein zuverlässiges Mittel zur Unterscheidung von Leinwand und Baumwolle. Durch weingeistigen Auszug von Krappwurzeln werden Leinfasern gelbroth, Baumwolle aber hellgelb gefärbt. Durch Cochenilleauszug erstere violett, letztere hellroth. Durch Anilinroth und Waschen mit Wasser, dann mit Ammoniak erstere rosenroth, letztere weiß. Mit Olivenöl gerieben wird Leinfaser durchscheinend, Baumwolle bleibt weiß und trüb.

Besser ist noch die Probe von Kindt: Taucht man nämlich das Gewebe halb in englische Schwefelsäure, wäscht nach 1—1½ Minuten in Wasser, dann in Seifenwasser oder verdünnter Lauge, trocknet und vergleicht nun die beiden Hälften des Zeuges, so sind nur noch die Leinfäden vorhanden, die der Baumwolle aber in Gummi und Zucker aufgelöst. Man muß stets mehrere dieser Proben anstellen.

Dagegen läßt sich Pflanzenfaser im Allgemeinen sehr genau von Seide und Wolle, schon durch den Geruch beim Anzünden, und ebenso auch letztere von einander unterscheiden. Kupferoxydammoniak [1]) löst Cellulose (Baumwolle) und Seide, aber während erstere dazu keine halbe Stunde und nur wenig Lösung braucht, erfordert Seide 3—12 Stunden und weit mehr Flüssigkeit. Wolle bleibt aber völlig unverändert. — Oder wenn man mit Chlorzink die Seide und mit Aetzlauge die Wolle löst, so bleibt die Pflanzenfaser ungelöst zurück. Mit Cochenille färbt sich nur die Thierfaser scharlachroth, die Pflanzenfaser aber nicht. Mit Zinnchlorid befeuchtet schwärzt sich die Pflanzenfaser bei 100—120° R., Thierfaser nicht. Wolle schwärzt sich in Bleioxydkalilösung durch ihren Schwefelgehalt, Seide aber nicht.

Bei den Methoden, welche auf verschiedener Färbung beruhen, sich also nur für farblose Gewebe eignen, muß man die Farbe zuvor beseitigen.

Da die Baumwolle schon von Natur aus weiß, als fast reiner Zellstoff und in einzelne Fasern getheilt vorkommt, so bedarf sie keiner besonderen Vorbereitung zum Verarbeiten, aber sie hat einen firnißähnlichen Ueberzug, welcher die Annahme der Farben erschwert. Derselbe wird durch eine Bleichung entfernt, welche aber weit schneller geschieht, als bei der Leinwand.

Der Flachs dagegen bedarf zu seiner Herstellung mehrerer zum Theil sehr zeitraubender Operationen. Man trocknet die ausgerauften Stengel auf dem Felde, entfernt die Samenkapseln durch das Riffeln und unterwirft sie dann dem Rösten, einem Verwesungs- oder Fäulnißprocesse, um die Bastfasern von der Rinde, vom Holze und von einander selbst zu trennen, trocknet sie dann in der Sonne oder im Backofen, um die Holztheile spröde zu machen, zerbricht dieselben durch Klopfen oder durch die Breche, entfernt sie durch das Schwingen (als Acheln oder Spreu) und spaltet dann die Baststreifen durch das Hecheln in Fasern und sondert zugleich die langen Fasern von den kurzen und von dem Reste der Spreu.

Die Röstung unterscheidet man in Thau- und Wasserröste. Bei

---

1) Nicht zu verwechseln mit schwefelsaurem Kupferoxydammoniak.

der Thauröste setzt man die Flachsstengel dünn ausgebreitet auf Wiesen oder Stoppelfeldern der Wirkung des Thaues oder Regens aus. Durch die gleichzeitige Einwirkung des Wassers und der Luft gehen die Bestandtheile des Saftes in Verwesung über, werden von Thau und Regen ausgelaugt und dadurch der Zusammenhang der festen Theile aufgehoben.

Bei der Wasserröste legt man den Flachs in Bündeln mit Steinen beschwert oder stellt dieselben in stehendes oder, wo möglich, in fließendes Wasser. Die Wasserröste zerstört die Theile durch Fäulniß.

Die Thauröste dauert länger und fällt oft ungleich aus, aber sie entfernt die zersetzten Stoffe alsbald aus dem Bereiche der Faser und verhütet so die Ueberröstung, wodurch die Faser angegriffen und mürbe wird, so daß sie beim Hecheln fast nur Werg liefert, und die bräunliche Färbung des Flachses, welche die Bleichung erschwert. Wie die Thauröste zur Wasserröste, so verhält sich das Rösten in fließendem zu dem in stehendem Wasser. Bei letzterer wird außerdem die ganze Gegend durch die Entwicklung der stinkenden Gase verpestet. Bei fließendem Wasser ist diese Entwicklung schwächer, aber das Wasser ist doch den Fischen nachtheilig. Unterschied zwischen Thau- und Wasserröste.

Durch Schenk's Röstverfahren werden diese Uebelstände mögligst vermieden. Man bringt den Flachs in mit Dampfröhren auf 24° R., geheizte Wasserkufen, worin das Wasser unten zu und oben abfließt. Das Verfahren gewährt eine gleichförmige Wirkung, sichere Leitung des Processes und große Zeitersparniß[1]), aber es eignet sich wegen Kostspieligkeit der Anlage nur für große Geschäfte und sichert gleichfalls nicht vollkommen gegen die Gefahr der Zerstörung der Faser durch eine Ueberschreitung der Gährung. Schenk's Warmwasserröste.

Zu der Unsicherheit der Röste und der übrigen Vorbereitungen kommt noch, daß das Verspinnen des Flachses auf Maschinen weit umständlicher und kostspieliger ist als das der Baumwolle. Die Verarbeitung der Baumwolle hat aber die Abhängigkeit vom Auslande zur Folge, während der Flachs ein einheimisches Product ist. Nach Claussen's Methode wird derselbe auf eine weit einfachere, schnellere und sichere Art zubereitet und zugleich, wie Baumwolle, vollkommen in einzelne Fasern zertheilt, während er durch die Hechel nur in Faserbündel zerschlitzt wird, die sich erst beim Bleichen in einzelne Fasern zertheilen. Man hat dieses Product **Flachsbaumwolle** genannt. Darstellung der Flachsbaumwolle nach Claussen.

Statt des Röstens wird der Flachs durch ein mechanisches Mittel, ähnlich dem Dreschen, ganz oder theilweise vom Holze befreit und 3 Stunden in Wasser gekocht, welches $^1/_2$% Natron enthält. Hierauf kommt er in Wasser mit $^1/_5$% Schwefelsäure. Dadurch zerfallen die Fasern beim Hecheln in dünne Bündel. Man trocknet, bricht und schwingt nun den Flachs, um ihn als lange Faser zu bearbeiten. Das Verfahren ist in einem Tage vollendet und liefert eine gleichmäßige, farblose Faser, die das folgende Bleichen bedeutend erleichtert.

Die zweite Operation besteht darin, die Faserbündel in einzelne Fasern zu zersprengen. Man zerschneidet sie auf einer Maschine in Stücke von der erforderlichen Länge, bringt sie in eine Auflösung von 2% kohlensaurem Natron, dann in eine solche von $^1/_2$% Schwefelsäure. Dadurch trennen sich die Fasern vollständig. Das Aussehen ändert sich plötzlich in das der Baumwolle, ohne daß einer von den Vorzügen der Flachsfaser darunter leidet.

Die ungeröstete Faser bleicht sich weit leichter als die geröstete, ist aber

1) Es erfordert nur 60 Stunden, die gewöhnliche Wasserröste dagegen 10 bis 12 Tage.

nicht stärker, dagegen viel härter, gröber, glanzloser und schwerer zu verarbeiten.

Die Bleiche. Die aus dem Flachse verfertigte Leinwand, seltener das Garn, erhält nun die Bleiche. Wenn der Flachs gebleicht wird, zerfasert er sich zugleich vollkommener und liefert eine Leinwand von seidenartiger Feinheit, aber er verwirrt sich stark und giebt viel Abgang an Werg. — Man theilt die Bleiche ein in die Rasen- oder Naturbleiche und Chlor- oder Kunstbleiche.

Das Entschlichten. Vor der Bleiche muß die Leinwand zuerst entschlichtet werden. Man legt sie in lauwarmes, bisweilen mit Kleie versetztes Wasser. Das Stärkmehl der Schlichte ist in Wasser schwer löslich, geht jedoch durch Gährung in Zucker und dieser in Weingeist über und wird so aus der Leinwand entfernt.

Weit schneller, billiger und ohne schädliche Einwirkung auf die Faser soll die Entschlichtung erfolgen, wenn man die Leinwand 2—2½ Stunden mit Wasser und etwas Pfeifenthon kocht (vgl. S. 247).

Die Rasenbleiche. Die entschlichtete Leinwand kommt nun 4—5 Tage lang auf den Bleichrasen und wird öfter begossen. Man weicht sie hierauf in warmer, aber schwacher Lauge aus Asche, Pottasche oder Aetzkali (Vorbäuchen oder Vorbücken), bringt sie abermals auf den Bleichplatz und wiederholt dieses 7—8mal mit immer stärkerer und wärmerer Lauge, bis aller Farbstoff löslich gemacht und aufgelöst ist. Vor dem 5ten, 7ten und 8ten Bäuchen erhält sie ein Säurebad oder Sauerwasser, d. h. Wasser mit 1% Schwefelsäure, worauf sie jedesmal sorgfältig ausgewaschen wird.

Das Sonnenlicht vermittelt die Oxydation des grauen Farbstoffes aus der Luft und der Ausdünstung des Grases, er wird dadurch nicht nur gebleicht, sondern auch leichter auflöslich. Durch wiederholtes Begießen werden die Zellen der Faser geöffnet, die ihres Sauerstoffes beraubte Luft verdrängt und beim Wiederabtrocknen erhält wieder neue Luft Zutritt. Die Lauge zieht nicht durch den Farbstoff und das zum Schlichten gebrauchte Fett aus, sondern befördert auch die Verwesung oder Oxydation des Farbstoffes durch Wasser und Luft. Die Säure entfernt gleichfalls färbende Theile, die nur in Säuren löslich sind, neutralisirt das Alkali, um dessen dunkelnde Wirkung auf den noch vorhandenen Rest des Farbstoffes aufzuheben, und zieht den von der Pottasche abgesetzten Kalk, der mit dem Farbstoffe eine unlösliche Verbindung bildet, als 2fach schwefelsauren Kalk aus.

Die Chlorbleiche. Das Chlor darf zur Beschleunigung der Bleiche erst dann in Anwendung kommen, wenn der größte Theil des Farbstoffes durch die Rasenbleiche entfernt ist, weil sonst zu viele Chlorbäder nöthig wären und der Haltbarkeit der Faser schaden würden. Die entschlichtete Leinwand wird 3mal mit Lauge gebäucht, jedesmal dazwischen gewaschen, 2—4 Tage auf die Bleichwiese gelegt und 24 — 30 Stunden in eine Lösung von Chlorkalk oder unterchlorigsaures Natron gebracht. Hierauf wird ausgewaschen und gebäucht, nochmals kurze Zeit ein Chlorbad und dann ein Sauerbad (1 Th. Schwefelsäure mit 45 Th. Wasser) gegeben. (Ueber die Wirkung und nachherige Entfernung des Chlors S. 113 und 92).

Das freie Chlor wirkt als Gas zu heftig und ungleich, das Chlorwasser thut dieses nicht, belästigt aber wie das Gas die Arbeiter. Die unterchlorigsauren Salze sind von beiden Fehlern frei und enthalten überschüssige Basis, um die Salzsäure zu neutralisiren, welche sonst die Faser angreift.

Für die Baumwolle ist bei der Chlorbleiche das Auslegen auf die Wiese nicht durchaus nothwendig, wohl aber für Leinwand, um das vollkommenste Weiß zu erreichen, das auf dem Lager nicht nachgelbt.

Die Chlorbleiche dauert je nach der Witterung 8—10 Tage, also ungefähr $^1/_{10}$ von der Zeit der Rasenbleiche, ohne, bei richtiger Behandlung, der Haltbarkeit zu schaden. Die Leinwand verliert bei der Rasenbleiche 30 bis 33, bei der Chlorbleiche 20—24% an Gewicht, die Baumwolle noch weniger. Das Bleichen der Wolle und Seide s. m. bei der Färberei.

Schießbaumwolle.

Die Nitrocellulose oder **Schießbaumwolle** ist Cellulose, worin je nach der Bereitungsweise 2—3 Atome Wasserstoff durch ihr Aequivalent Untersalpetersäure, NO_4 ersetzt worden sind. Ihre Zusammensetzung ist jedoch schwierig festzustellen, weil sie nicht nur gewöhnlich noch unveränderte Faser beigemengt enthält, sondern selbst aus mehreren Verbindungen von verschiedener Zusammensetzung besteht. Die Binitrocellulose ist $C_{12}H_8(NO_4)_2O_{10}$, die Trinitrocellulose $C_{12}H_7(NO_4)_3O_{10}$. Die Cellulose wird durch verdünnte Salpetersäure gelb gefärbt und durch stärkere Säure aufgelöst. Enthält dieselbe aber nicht mehr Wasser als das erste Hydrat, so bildet sie mit der Cellulose die Schießbaumwolle. Sie unterscheidet sich im äußeren Ansehen von gewöhnlicher Baumwolle höchstens darin, daß die Fasern etwas mehr verfilzt sind, aber sie entzündet sich höchst leicht, selbst schon durch einen heftigen Schlag und verbrennt sehr schnell ohne allen kohligen Rückstand, aber mit sehr schwacher Verpuffung. Durch Reiben wird sie stark negativ elektrisch und isolirt noch besser als Seide.

Um sie darzustellen, entzieht man der gewöhnlichen concentrirten Salpetersäure das überschüssige Wasser, indem man sie mit 3 Th. englischer Schwefelsäure mischt, taucht reine Baumwolle einige Minuten hinein und wäscht dieselbe rasch mit Wasser aus.

Sie kann zum Abfeuern der Geschütze benützt werden. Ihre Vorzüge vor dem Schießpulver sind eine 3mal so große Kraft, Leichtigkeit, Reinlichkeit, gefahrloser Transport und Unveränderlichkeit, ihre Nachtheile dagegen sind das große Volum, daher unbequemer Transport, Erzeugung von vieler Feuchtigkeit und Untersalpetersäure beim Abbrennen und demnach starkes Rosten der Läufe, besonders aber eine ungleiche Wirkung durch festeres oder lockeres Laden, so daß sie nicht selten die Geschütze zersprengt. Sie hat daher bis jetzt weniger Anwendung zum Schießen gefunden als zum Sprengen der Felsen, namentlich in Bergwerken, wo der Pulverdampf sehr lästig und hinderlich ist.

Vervollkommnung derselben.

Man hat jedoch gefunden, daß die Fehler der Schießbaumwolle vermieden werden durch eine Darstellungsweise, welche sie stets von bestimmter Zusammensetzung, nämlich als Trinitrocellulose liefert. Man muß nämlich die Baumwolle zuvor vollkommen reinigen und trocknen, die stärksten Säuren des Handels anwenden, die Anwendung der Säure zweimal vornehmen und zum Auswaschen mehrere Wochen verwenden. Solche Schießwolle hielt sich 15 Jahre unverändert, entzündet sich erst bei 109° R., zieht wenig Wasser aus der Luft an, verbrennt ohne Rauch mit wenig Asche und greift die Geschützläufe nicht an. Durch Tränken mit Wasserglaslösung, durch mechanische Ausdehnung der Baumwolle und des Verbrennungsraumes läßt sich die Schnelligkeit ihrer Verbrennung bis zu der des Schießpulvers vermindern. Für Gewehre wird sie in Fäden versponnen. Wenn sich diese Verbesserungen durch fortgesetzte Prüfung bewähren, so muß die Schießbaumwolle das Pulver auch in seiner Anwendung zum Schießen für die meisten Fälle verdrängen.

Pyropapier.

Auf dieselbe Weise wie die Schießbaumwolle behandeltes Papier bildet das Pyropapier, welches vielfache Anwendung in der Feuerwerkerei findet.

Collodium.

Bei stärkerer Einwirkung der Salpetersäure auf die Baumwolle durch schwächere Entwässerung derselben, indem die Menge der Schwefelsäure noch nicht das Doppelte der Salpetersäure erreicht, besonders bei Anwendung von Wärme, wird die Entzündlichkeit der Schießbaumwolle vermindert, aber ihre Löslichkeit erhöht. Während sich die Löslichkeit der explosiven Baumwolle wenig von der der rohen unterscheidet, löst sich erstere in Aether, welchem man um so mehr Alkohol zusetzen kann, je weniger Schwefelsäure zur Bereitung derselben angewendet wurde. Die Auflösung der Schießbaumwolle in Aetherweingeist heißt **Collodium**, ist dickflüssig bis gallertartig, durchsich=

tig und vertrocknet sehr rasch zu einer festhaftenden und wasserdichten Haut. Sie dient daher in der Chirurgie als Deckmittel zur Abhaltung der Luft und Feuchtigkeit, zur Darstellung kleiner Luftballone, besonders aber für die negativen Lichtbilder auf Glas statt wie früher auf Papier, wegen der Gleichartigkeit der Schichte, während auch das feinste Papier beim Durchsehen stets körnig erscheint.

Die Auflösung der Schießbaumwolle in Kalilauge mit Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd und so viel Ammoniak, daß sich das Silber wieder auflöst, dient zur Darstellung von **Metallspiegeln** auf Glas, die sich durch Gleichförmigkeit auszeichnen.

Baumwollen- und Leinengewebe ziehen sich durch mäßige Erwärmung mit starker Aetzlauge oder verdünnter Schwefelsäure auf $1/3$ zusammen und werden dadurch nicht blos weit stärker und feiner, sondern es nehmen sich darauf auch die Färbungen weit kräftiger aus.

Pergamentpapier. Wenn man Papier nur wenige Minuten in kalte, wenig verdünnte Schwefelsäure (4 Gew. Th. Säure auf 1 Th. Wasser) taucht, so löst es sich nicht auf, sondern die Papierfasern erleiden nur eine gallertartige Erweichung, ziehen sich nach dem Auswaschen und Trocknen stark (auf $1/3$) zusammen und verkleben unter einander durch Entstehung von Amyloid (s. S. 280). Das Papier wird dadurch sehr zähe, durchscheinend, in Wasser erweichend, filtrirt nicht mehr, läßt aber als Zwischenwand von zwei Flüssigkeiten dieselben sich mischen, wie Pergament, und heißt daher **Pergamentpapier.** Bei der Bereitung klebt es leicht zusammen und läßt sich dadurch leicht zu Säcken oder Kapseln vereinigen oder durch Aufeinanderlegen mehrerer Blätter beliebig verstärken.

Es hat zwar nur $3/4$ der Festigkeit des Pergaments, dagegen aber andere Vorzüge vor diesem: Es verträgt nicht blos Kochen mit Wasser, sondern selbst mit starker Kalilauge und widersteht in der Kälte auch den Säuren besser als Pergament; nur durch heiße Salzsäure und Schwefelsäure wird es gelöst. Ebenso widersteht es der Fäulniß und dem Insectenfraß vollkommen und ist weit billiger als Pergament, Es eignet sich daher besonders für stark benützte Büchereinbände und Bücher, Karten und Pläne, Schreibtafeln, wasserdichte Briefcouverte und Patronen, statt Wachstuch zu Betteinlagen und Umschlägen und zu Pauspapier. Am häufigsten dient es aber statt Thierblase zum Verschluß von Gläsern für Früchte, zum Auslegen von Fässern für Holz angreifende Stoffe wie Zinnsalz, oder solche, die den Holzgeruch annehmen, wie Butter. Es dient ferner zur Trennung krystallinischer Stoffe wie Zucker, Arsenik, deren Lösungen es durchdringen, von nicht krystallisirenden wie Gummi, Extractivstoff, deren Lösungen es **nicht** durchdringen (Dialyse). Da es jedoch nicht blos Bleistift, sondern auch Tinte und Druckschrift abwischen läßt, so eignet es sich weder für Urkunden noch Bankscheine.

Durch rauchende Salpetersäure nimmt es an Gewicht, Dicke und Zähigkeit zu; durch nochmalige Behandlung mit Schwefelsäure wird es durchsichtig wie Glas, widersteht den Säuren selbst in der Wärme, ist aber löslich in kochender Aetzlauge und leicht entzündlich.

Stärkmehl.

Es giebt mehrere Arten von Stärkmehl, welche aber in folgenden Eigenschaften übereinstimmen: Sie sind fest, nicht krystallisirbar, mehlig, geruch- und geschmacklos, unlöslich in Alkohol, Aether und kaltem Wasser, löslich in heißem Wasser, aus dem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden, sie sind ohne Reaction auf Pflanzenfarben, werden aber durch Jod eigenthümlich ge-

färbt, aus ihren Auflösungen durch Gerbsäure und Bleiessig gefällt, durch verdünnte Mineralsäuren werden sie in lösliche Abänderungen verwandelt, welche sich schon in der Kälte lösen und beim Kochen zuerst in Gummi, dann in Krümelzucker, durch concentrirte Salpetersäure, beim Kochen in Oxalsäure und Zuckersäure verwandelt. Mit concentrirter Schwefelsäure destillirt, liefern sie Essigsäure und Ameisensäure. Mit den Alkalien bilden sie auflösliche mit den Erden unauflösliche Verbindungen.

Das Stärkmehl kommt nur im Pflanzenreiche vor, besonders in Samen und Wurzeln, auch im Stamme mehrerer Palmenarten und in einigen Flechten.

Man unterscheidet 3 Arten Stärkmehl, welche sämmtlich isomer sind, nämlich das gemeine Stärkmehl, Alantstärkmehl und Flechtenstärkmehl.

Das gemeine Stärkmehl.

Eigenschaften.

Das gemeine Stärkmehl oder Amylon, $C_{12}H_{10}O_{10}$ bildet ein weißes, beim Drücken knirschendes Pulver, welches, unter der Lupe betrachtet, aus wasserhell durchsichtigen, farblosen, kugelrunden, ovalen oder stumfeckigen Körnern, in verschiedenen Pflanzen von verschiedener Größe, bestehend erscheint, die beim Kartoffelstärkmehl so groß sind, daß man sie schon mit blosem Auge leicht unterscheiden kann. An einer mit einem sehr scharfen Rasirmesser durchschnittenen Kartoffel kann man unter dem Mikroskop erkennen, daß die Stärkekörner aus verschiedenen Schichten bestehen, wovon die innern wasserhaltiger, die äußeren aber trockener sind. Nasses Stärkmehl backt beim Trocknen zu einer kreideähnlichen Masse zusammen, welche man für den Handel gewöhnlich in cylindrische Stäbchen formt. Mit Wasser von 48° R. schwillt es zur durchscheinenden Gallerte, dem **Kleister** an. Es bildet mit 40 — 50 Th. Wasser eine wirkliche Auflösung, welche beim Erkalten wieder gelatinirt (gallertartig gesteht). Der Kleister trocknet zur spröden, hornartigen Masse aus, welche in Wasser wieder zu Kleister erweicht. Durch Reiben auf einem Reibstein werden die unlöslichen Hüllen der Körner zerrissen und der Inhalt derselben löst sich nun in kaltem Wasser. Durch schwaches Rösten verwandelt sich das Stärkmehl in Gummi und löst sich dann gleichfalls in Wasser. Von Jod wird es in gelöstem und ungelöstem Zustande dunkelblau gefärbt. Die Färbung verschwindet beim Erhitzen und erscheint beim Erkalten wieder: in der Wärme entsteht nämlich Jodwasserstoff und Jodsäure ($5HO + 6I = 5HI + IO_5$), welche sich beim Erkalten wieder in Jod und Wasser umsetzen. Durch fortgesetztes Erhitzen entweicht endlich die flüchtige Jodwasserstoffsäure und die blaue Farbe stellt sich nicht wieder ein. Durch Chlor, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, arsenige Säure und Quecksilberchlorid wird die Reaction verhindert oder aufgehoben.

Vorkommen der gemeinen Stärke.

Die gemeine Stärke findet sich vorzüglich in den Samen der Gräser, namentlich der Getreidearten, (so im Weizen 40 — 60%, in der Gerste 47, im Roggen 40, im Haber 35, im Reis 85, im Mais 75—80), ferner in Hülsenfrüchten (in den Bohnen 34—45, Linsen 33, Erbsen 32) in Roßkastanien (35% der trocknen Frucht), in den Wurzeln mancher tropischen Gewächse (Maranta, Manjoc), in Wurzelknollen, besonders der Kartoffeln (je nach der Jahreszeit 10—23%), im Marke einiger Palmen, besonders der Sagopalme, im Winter im Holze der Laubbäume (5—26%).

Stärkefabrikation.

Man gewinnt die Stärke hauptsächlich aus den Getreidesamen und Kartoffeln, aus der Sagopalme und einigen Wurzeln. Man zerkleinert die Pflanzenstoffe und spült sie hierauf mit Wasser ab, aus welchem sich die Stärke

absetzt. Hierauf wäscht man sie wiederholt mit frischem Wasser und trocknet sie. Enthält sie, wie die der Getreidesamen viel Pflanzenleim, so läßt man das erste Wasser, welches etwas Zucker enthält, über der Stärke sauer werden; die entstehende Säure zieht den Pflanzenleim aus.

aus Weizen. Zur Darstellung der Stärke aus Weizen, läßt man entweder die Körner in Wasser aufquellen, bis sie sich zwischen den Fingern zerdrücken lassen, zerquetscht sie dann durch Treten in Säcken unter Wasser oder zwischen Mühlsteinen oder Walzen und wäscht sie auf Sieben aus, oder um schneller zu arbeiten, läßt man den geschrotenen Weizen mit Wasser und Sauerwasser von einer früheren Operation gähren und wäscht sie zuletzt mit reinem Wasser. Nach beiden Methoden geht aber der Kleber verloren. Man wendet daher vortheilhafter das Mehl des Weizens an, welches man mit Wasser zum steifen Teige anmacht und unter Wasserzufluß auf einem Siebe knetet. Man erhält dadurch mehr und schöneres Stärkmehl und einen kleienfreien Kleber als Nebenproduct. Die Stärke wird zuerst auf Leinwand ausgebreitet in flachen Körben langsam bei gelinder Wärme (im Sommer auf Böden, im Winter in Trockenstuben) getrocknet.

aus Kartoffeln. Die Kartoffeln werden in der Waschtrommel, einem Cylinder aus Latten oder dünnen Eisenstangen durch Umdrehen unter Wasser gewaschen, dann durch die Reibmaschine, einem mit Reibeblechen benagelten oder besser mit Sägeblättern besetzten Cylinder zerkleinert und gleichfalls auf Sieben ausgewaschen. Die zurückbleibende Faser dient als Viehfutter. Die Unreinigkeiten, welche mit durch die Siebe gehen und sich beim Absetzen auf der Oberfläche der Stärke sammeln, werden durch Abschlemmen auf geneigten Flächen entfernt. Man gießt die mit Wasser zum Brei angemachte Stärke in mit Leinwand ausgeschlagene Holzformen, worin sie abtropft, bringt sie sodann auf Gypsplatten, welche das Wasser einsaugen, und trocknet sie zuerst in einer kalten Kammer bei starkem Luftzug und dann in einem geheiztem Raume. Von dem eigenthümlichen Geruche, in Folge eines Gehaltes an ätherischem Oel, wird die Kartoffelstärke durch verdünnte Sodaauflösung befreit. Der Stärkmehlgehalt der Kartoffeln läßt sich annähernd durch das specifische Gewicht bestimmen, weil dieses mit dem Stärkmehlgehalt zunimmt.

Anwendung der Stärke. Das Stärkmehl dient zum Stärken oder Steifen (Appretiren d. h. Stärken mit nachfolgendem Glätten durch Appreturmaschinen) von Geweben, zur Weberschlichte, statt des thierischen Leimes zum Leimen des Papiers, als Kleister zum Kleben, als Zusatz zum Brod und anderem Backwerk und bildet einen Hauptbestandtheil der kräftigsten Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreiche. Sie dient ferner zum Verdicken der Farben in der Kattundruckerei, zur Darstellung von Gummi, Stärkezucker und Weingeist, wie namentlich in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei, zur Verfälschung vieler Substanzen, zur Darstellung der Sauerkleesäure und des Sago.

Das Kartoffelstärkmehl wird wegen seiner Wohlfeilheit in weit größerer Menge verbraucht als die Weizenstärke. Trotzdem wird aber immer viel Weizenstärkmehl erzeugt, weil es zu gewissen Anwendungen Vorzüge vor dem Kartoffelstärkmehl besitzt Es steift und klebt besser, quillt mehr (giebt mehr aus) und ist in der Regel weißer, als dieses, dient daher vorzugsweise zum Appretiren weißer Zeuge, zu Buchbinderkleister und zu feinen Bäckereien. Auch in der Kattundruckerei eignet sich für viele Farben nur Weizenstärkmehl. Der Haarpuder der früheren Zeit war gleichfalls Weizenstärke. Die Kartoffelstärke dient mehr zum Appretiren farbiger Zeuge, als Zusatz zu Brod und zu den übrigen Benützungen, wo es nicht auf Klebkraft und Farbe ankommt. Das Stärkmehl aus der Pfeilwurzel in Westindien heißt **Arrow-Root** und dient fast nur als Arzneimittel, das der Sagopalme in Ostindien und Südamerika dient dort zum Brod
Sago. und kommt zu uns als **Sago**, welcher jedoch eben so gut aus Kartoffelstärkmehl dargestellt wird. Um ihn zu erhalten, drückt man den halb trocknen Stärkmehlteig durch ein Sieb und erhitzt ihn in metallenen Pfannen oder in Wasserdampf. Er backt zusammen, wird durchscheinend und quillt dann nur in heißem Wasser auf, ohne Kleister damit zu bilden.

Kartoffelmehl. Um Kartoffelmehl herzustellen, welches nebst der Stärke auch die

übrigen nahrhaften Bestandtheile der Kartoffeln enthält und zu Broden und andern Speisen benützt wird, kocht man die Kartoffeln mit Dampf, schält, zerquetscht und trocknet sie an der Luft ab. Hierauf bildet man aus dem Teige Nudeln, um durch vermehrte Oberfläche das Trocknen zu befördern, bringt sie in Trockenstuben von 50° R., mahlt und siebt sie nach dem Trocknen.

Alantstärkmehl.

Das Alantstärkmehl, Inulin oder Helenin ist ein zartes weißes Pulver, welches über 80° R. unter Verlust von Wasser schmilzt und dann in graulichweißen Schuppen erscheint, die ein weißes Pulver geben. In kaltem Wasser ist es wenig, aber schon in $^1/_4$ Wasser von 48° R. auflöslich. Es unterscheidet sich von der gemeinen Stärke hauptsächlich dadurch, daß es mit heißem Wasser eine klare schleimige Flüssigkeit, aber keinen Kleister bildet, aus der heißen Lösung beim Erkalten als Pulver niederfällt und von Jod nicht blau, sondern gelb gefärbt wird. Durch anhaltendes Kochen bildet es nicht krystallisirbaren Zucker und durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure noch leichter Gummi und Krümelzucker als das gemeine Stärkmehl.

Das Inulin findet sich in mehreren Wurzeln, wie in der des Alants (Inula Helenium, zu 11%) in den Georginenknollen (10%), in der Wurzel von Löwenzahn, Cichorie (beide 12%), Erdapfel (3%) u. s. w.

Es liefert einen fuselfreien Weingeist und kann ebensowohl auf Zucker, als auf Branntwein benützt werden, aber die Georginen, woraus man das Inulin am vortheilhaftesten erhält, liefern auf demselben Bodenraum eine weit geringere Ausbeute an Knollen als die Kartoffeln.

Flechtenstärkmehl.

Das Flechtenstärkmehl oder Lichenin (Moosstärke) bildet wie das Inulin mit kochendem Wasser eine vollkommen klare Auflösung, die aber auch beim Erkalten hell bleibt, (noch bei 23 Th. Wasser) zur Gallerte gesteht und zur schwarzbraunen harten Masse eintrocknet. Durch längeres Kochen verliert es die Eigenschaft, zu gelatiniren. Frisch gefällt (durch Alkali aus der Auflösung in Säure) wird es von Jod blau gefärbt, nach dem Kochen mit Wasser dagegen nur bräunlichgrün. Von gemeinem Stärkmehl unterscheidet es sich vorzüglich dadurch, daß es nicht in runden Körnern, sondern als völlig amorphe Masse in den Pflanzen vertheilt ist.

Es findet sich in vielen Flechten, vorzüglich aber in der isländischen Flechte (fälschlich Moos genannt), welche nicht blos in Island, sondern auch in unsern Wäldern sehr reichlich vorkommt.

Es liefert eine nahrhafte Gallerte für Brustkranke. Die Flechte selbst dient daher auch auf Island als Hauptnahrungsmittel, indem man sie mit Milch kocht. Die Abkochung schmeckt bitter; man kann aber der Flechte den Bitterstoff entziehen, wenn man sie vorher mit schwacher Aschenlauge übergießt, gelinde preßt und auswäscht. Man benützt das Lichenin auch zuweilen als Weberschlichte und Appretur, zur Verdickung der Farben und zum Klären des Bieres.

Isländ. Moos und Carraghen zur Appretur.

Das isländische Moos hat zur Appretur den Vorzug vor Stärke, Leim und Dextrin, daß es sich in größerer Menge anwenden läßt, um leichter Waare den Griff der schweren zu ertheilen, ohne die Farbe zu beeinträchtigen.

Das Carraghenmoos, eine an der Westküste von Europa vorkommende Tangart, welche eine dem Lichenmoos ganz ähnliche Substanz, aber in weit größerer Menge (79%, das isl. M. nur 44%) enthält,

eignet sich jedoch noch besser zu diesem Zwecke, nicht allein wegen seiner größeren Ausgiebigkeit, sondern, weil man es nicht, wie jenes, zuvor durch Pottasche reinigen muß, wenn es einen farblosen Schleim liefern soll. In der Medicin wird es gleichfalls dem isländischen Moos zu manchen Zwecken vorgezogen, weil es nicht den bitteren Geschmack desselben, sondern nur einen schwach salzigen besitzt. In Irland wird es von der ärmeren Classe als Nahrungsmittel benützt.

Der Zuckergehalt des Blutes, besonders der der Leber, rührt gleichfalls von einer stärkmehlartigen Substanz, dem Glycogen her. Es ist wie das Inulin ein weißes Pulver, bildet mit Wasser eine trübe Lösung, färbt sich durch Jod weinroth und zeichnet sich dadurch aus, daß es Schwefelblei und schwefelsaures Bleioxyd in Lösung hält. Inulin, Lichenin und arabisches Gummi thun dies gleichfalls, gemeines Stärkmehl, Dextrin, Mannit und Krümelzucker aber nicht.

Gummi.

Die verschiedenen Arten des Gummi's, auch Pflanzenschleime genannt, stimmen in folgenden Eigenschaften überein: Sie sind feste, im trocknen Zustande fast farblose, durchscheinende Massen ohne Spur von Krystallisation, geruchlos, von schwachem Geschmack, leicht pulverisirbar, lösen sich in kaltem und kochendem Wasser zur schleimigen klebrigen Flüssigkeit, welche von Alkohol und Bleiessig gefällt wird. Sie sind unauflöslich in Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, verbinden sich leicht mit Basen, werden durch concentrirte Säuren zersetzt und durch verdünnte in Krümelzucker, von Salpetersäure aber in Schleimsäure verwandelt. Die einzelnen Arten derselben sind das Acacin, Cerasin, Bassorin, Dextrin und das Gummi der Schleimgährung.

Acacin.

Das Acacin oder Arabin $C_{12}H_{10}O_{10}$ zeichnet sich dadurch aus, daß seine Auflösung durch kieselsaures Kali und Bleiessig gefällt wird, giebt mit Boraxlösung ein durchscheinendes Coagulum (Gerinnsel), mit schwefelsaurem Eisenoxyd oder Eisenchlorid eine braune Gallerte und mit Quecksilberoxydul einen weißen Niederschlag. Es bildet das arabische oder Mimosengummi, welches aus einigen africanischen Bäumen der Geschlechter Mimosa und Acacia fließt. Das arabische Gummi dient vorzüglich als Klebmittel und als Bindemittel für die Farben in der Wassermalerei und zur Tinte. In der Kattundruckerei ist es ein unentbehrliches, aber theures Verdickungsmittel, dient daher gewöhnlich nur für helle Deckfarben und zarte Muster für den Walzendruck. Zur Appretur taugt es nicht, da es bei seiner Leichtlöslichkeit leicht von Feuchtigkeit leidet.

Eine andere Sorte Mimosengummi, die jetzt häufiger als das eigentliche arabische Gummi vorkommt und daher auch billiger, ist das **Sennegalgummi** von **Acacia Verek**. **Adansonii** u. a. am Senegal. Es stimmt mit diesem wesentlich überein, bildet aber größere Stücke, ist nicht so rissig, spröde und hygroskopisch, löst sich langsamer und gewöhnlich mit Hinterlassung eines Rückstandes auf und die Lösung ist dicker und schleimiger.

Cerasin.

Das Cerasin, $C_{12}H_{10}O_{10}$ giebt mit Wasser eine weniger schleimige Flüssigkeit als Acacin, welche von kieselsaurem Kali, Borax, schwefelsaurem Eisenoxyd und salpetersaurem Quecksilberoxydul nicht und von Bleiessig erst nach längerer Zeit gefällt wird. Es bildet den auflöslichen Bestandtheil des Gummi's, welches aus den Steinobstbäumen (Kirschen-, Pflaumen-, Aprikosen- und Mandelbaum) ausschwitzt. Der unlösliche Hauptbestandtheil desselben ist das Bassorin (S. 293)[1]. Es heißt gewöhnlich **Kirsch-** oder **Pflau-**

---

1) Das Gummi der Mandelbäume enthält jedoch wenig Bassorin.

mengummi und dient zum Verdicken der Kattundruckfarben, aber wegen seiner dunklen Farbe nicht zur Appretur, bisweilen zur Verfälschung des arabischen Gummi's.

Bassorin.

Das Bassorin, $C_{24}H_{19}O_{19}$, vorzugsweise Pflanzenschleim genannt, quillt in Wasser und bildet damit eine schleimige Flüssigkeit, ohne sich darin zu lösen. Es ist sehr verbreitet im Pflanzenreich und findet sich theils fast rein, theils mit Basen, Salzen oder Gummi gemengt, besonders im Traganth, im Kirsch- oder Pflaumengummi, in der Eibisch- und Salepwurzel, in den Leinsamen, Quittenkernen u. s. w. Es dient in diesen Substanzen zur Farbenverdickung und Appretur, jedoch nur der Traganth wegen seiner Farblosigkeit für Seide, zum Glaciren des Leders, zum Anstreichen der Thonpfeifen, auch in der Conditorei und zur Darstellung von Räucherkerzchen und verschiedener Arzneimittel.

Dextrin.

Eigenschaften.

Das Dextrin oder Stärkmehlgummi, $C_{12}H_{10}O_{10}$ stimmt in seinen Eigenschaften im Allgemeinen mit den andern Gummiarten überein, wird aber weder von schwefelsaurem Eisenoxyd, noch von Bleiessig [1]) gefällt, und von Salpetersäure nicht in Schleimsäure, sondern in Oxalsäure verwandelt. Mit Kupfervitriol und so viel Kali versetzt, daß es eine blaue Auflösung bildet, fällt es beim Erhitzen rothbraunes Kupferoxydul, während die 3 andern Gummiarten mit schwefelsaurem Kalk und Kali keine Auflösung, sondern einen blauen Niederschlag bilden, der sich beim Erhitzen nicht verändert. Es kommt in dreierlei Formen im Handel vor: am seltensten in kleinen durchsichtigen Stücken, dem arabischen Gummi nachgeahmt, häufiger als dicker Syrup und am häufigsten in der unveränderten Form des Stärkmehls, nur mehr oder weniger gefärbt. Es hat seinen Namen von rechts dexter, weil es die Ebene des polarisirten Lichtstrahls weit stärker nach rechts dreht als alle übrigen ähnlichen Substanzen.

Vorkommen.

Den Namen Stärkegummi bekam es, weil man es für ein ausschließliches Kunstproduct aus Stärkmehl, und das fast in allen Pflanzensäften vorkommende Gummi für unreines Acacin hielt. Seitdem man aber weiß, daß es nicht blos durch Rösten oder Behandlung des Stärkmehls oder Holzes mit Schwefelsäure entsteht, sondern auch durch die Einwirkung der Diastase, namentlich beim Keimen der Samen, hat man angenommen, daß das beim Nachlasse der Vegetation in den Pflanzen angehäufte Stärkmehl, welches beim Erwachen derselben wieder verschwindet, gleichfalls durch Diastase in Dextrin umgewandelt werde, so daß das in allen Pflanzen vorkommende Gummi kein Acacin, sondern Dextrin sei. Die übrigen Gummiarten scheinen aus dem Dextrin entstanden zu sein. — Man kann es auf viererlei Weise darstellen.

Darstellung des Dextrins durch Rösten.

1. Man erhitzt das Stärkmehl (auf 112 bis 128° R.) gewöhnlich in metallnen Cylindern, welche den Kaffeetrommeln ähnlich sind, seltner in blechernen Kästen oder in Pfannen auf dem Oelbad, (auf 112 bis 128° R.), bis es einen Geruch nach scharf gebackenem Brod entwickelt. Die geröstete

---

1) Von Bleizucker wird weder Dextrin, noch Acacin gefällt.

Stärke heißt auch **Leiocom** oder **Leiogomme** (Weizengummi). Das Rösten ist ein sehr einfaches, aber unvollkommnes Verfahren. Es ist blos für Weizenstärke anwendbar, da sich die Kartoffelstärke zu leicht anhängt. Ein langsames Erhitzen ist zu zeitraubend und bei raschem Erhitzen ist entweder die Umwandlung unvollständig oder ein Theil angebrannt. Es ist daher immer stärkmehlhaltig, nie vollkommen auflöslich und stets gelblich, so daß es zum Appretiren heller Zeuge nicht brauchbar ist.

mit verdünnter Schwefelsäure. 2. Man erhitzt das Stärkmehl (4 Th.) mit verdünnter Schwefelsäure (1 Th. mit 8—10 Wasser) auf 68 bis 72° R. (bei 80° R. entsteht Zucker), fällt die Schwefelsäure mit Kreide als Gyps und dampft ab. Obgleich sich beim Abdampfen fortwährend Gyps abscheidet, so bleibt das Gummi doch stets gypshaltig. Es ist ferner hygroskopisch, läßt sich daher nur in Syrupform erhalten, wird vertheuert durch seinen Wassergehalt beim Transport, durch den Schwefelsäureverbrauch, durch das Abdampfen bei der Darstellung und hat einen eigenthümlichen Geruch.

mit Diastase. 3. Man erwärmt (100 Theile) in Kleister verwandeltes Stärkmehl mit Gerstenmalz und um dem Dextrin mehr Zähigkeit zu geben, mit etwas (1 Th.) Leinsamen auf 60° R., bis es das Jod nicht mehr blau, sondern roth färbt und erhitzt dann schnell auf 100° R., weil sonst Zucker entsteht.

Die Zuckerbildung ist jedoch nie ganz zu verhüten; es nimmt daher weil es zugleich stickstoffhaltige Substanzen vom Malz und Stärkmehl enthält, leicht einen Fäulnißgeruch an; außerdem hat es einen Geruch nach Malz und verursacht gleichfalls die Kosten des Abdampfens. Man kann übrigens den Zucker durch geistige Gährung zerstören und den Weingeist abdestilliren. Um die Stickstoffsubstanz zu entfernen, läßt man die gegohrene Auflösung absetzen, nachdem man sie zuvor mit etwas Alaun zur Verhütung der Fäulniß versetzt hat. Man gießt ab, verdampft bis zur Entstehung einer Haut, läßt sie in flachen Blechgefäßen 24 Stunden lang bei 40° R. im Trockenraum stehen, zerschneidet sie in Stücke, walzt sie auf einem mit Dextrinpulver bestreuten Tische aus, schneidet sie in Streifen, rollt sie auf und trocknet sie auf hölzernen Horden.

durch Wärme und Salpetersäure. 4. Am besten stellt man daher das Dextrin dadurch her, daß man die Wirkung der Wärme mit der der Säuren verbindet. Man versetzt nämlich das Stärkmehl mit so viel Wasser, daß es sich leicht ballt, nachdem man dem Wasser zuvor $^1/_{400}$ Salpetersäure vom Gewichte des Stärkmehls zugesetzt hat. Nun wird es an der Luft getrocknet, zerbröckelt und allmälig auf 48 bis 72° R. erhitzt; die trocknen Klumpen werden fein gemahlen und auf 80 bis 96° R. erhitzt. Das so erhaltene Gummi ist frei von Zucker und Säure, da die flüchtige Salpetersäure in den Trockenkammern bis auf Spuren verjagt wird. Es unterscheidet sich nur durch eine sehr blaß strohgelbe Färbung und durch die vollständige Löslichkeit von der unveränderten Stärke. Weniger zweckmäßig als Salpetersäure hat sich Schwefelsäure und Salzsäure gezeigt. Die Schwefelsäure macht das Gummi zerfließlich. Mit Salzsäure soll es jedoch nicht so leicht zerfallen, so daß man es nachher mit Dampf behandeln kann, wodurch es sich ballt und die Form des arabischen Gummi's annimmt[1]).

1) Es kommt Stärkegummi von Malzgeruch aus Frankreich in den Handel, welches im Aussehen dem mit Salpetersäure erhaltenen gleicht und es selbst an Weiße noch übertrifft. Wahrscheinlich ist es mit Thierkohle entfärbt und vom Zucker auf die unter 3 erwähnte Weise befreit.

Anwendung des Dextrins.

Das zuckerhaltige Dextrin findet hauptsächlich in Frankreich Anwendung in der feinen Bäckerei, bei der Bier-, Obstwein- und Likörfabrikation, als Zusatz zu Arzneien und als Mundleim. Das mit Salpetersäure dargestellte dient als Surrogat für das theuere arabische Gummi zum Appretiren, Schlichten, Stärken und zum Verdicken der Farben in der Kattundruckerei, in der Buntpapier- und Tapetenfabrikation, zur Tinte und als Heftmittel in der Chirurgie (englisches Pflaster).

Das Gummi der Schleimgährung.

Es ist isomer und ähnlich dem arabischen Gummi, reagirt aber auf schwefelsaures Kupferoxyd mit Kali weder wie dieses, noch wie Dextrin. Von Bleiessig wird es gefällt. (Vgl. Schleimgährung.)

Zucker.

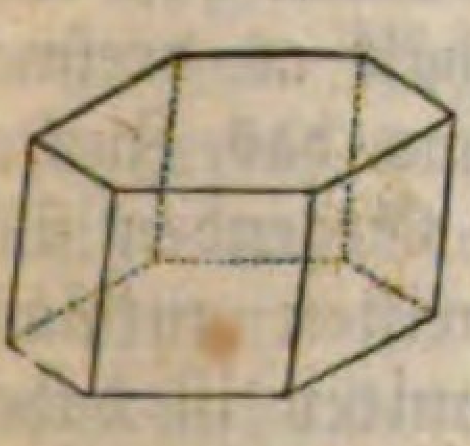
Der Zucker zeichnet sich aus durch einen angenehm süßen Geschmack, ist in Wasser und Weingeist, nicht aber in Aether und Oelen löslich und geht mit Hefe in Weingeist über, der Schleim- und Krümelzucker unmittelbar, die andern, indem sie sich zuvor in diese verwandeln. Mit eiweißartigen Substanzen in Berührung bildet der Zucker Milchsäure und Buttersäure. Obgleich viele zuckerhaltigen Säfte zwei Arten des Zuckers enthalten, so bildet doch stets eine den Haupbestandtheil. Man unterscheidet daher gemeinen oder Rohrzucker, Krümelzucker, Schleimzucker, Milchzucker, Mannazucker, Eucalyptuszucker, Schwammzucker, das Sorbin, den Phycit und Inosit oder Muskelzucker.

Rohrzucker.

Eigenschaften.

Der Rohrzucker oder gemeine Zucker, $C_{12}H_{11}O_{11}$ krystallisirt in farblosen, großen, aber kurzen, schiefen rhombischen Säulen (Candis) oder in körnig krystallinischen Massen (Hutzucker), hat einen stark süßen Geschmack, ist in reinem Zustande farblos, phosphorescirt im Dunkeln beim Reiben und Stoßen, löst sich in $1/3$ kaltem und noch weniger heißem Wasser zur dicken Flüssigkeit (Syrup), in wasserfreiem Alkohol nur beim Kochen, bei gewöhnlicher Temperatur um so leichter, je mehr der Alkohol Wasser enthält. Er schmilzt bei 152° R. ohne Zersetzung zur durchsichtigen, glasartigen Masse von amorphem Zucker oder **Gerstenzucker,** welcher aber nach einiger Zeit krystallinisch und daher trüb wird (abstirbt)[1]). Durch Erhitzen bis auf 168° R. verwandelt er sich unter Abgabe von 2 At. Wasser in eine braune geschmacklose, leichtlösliche Masse[2]), **Caramel** oder gebrannter Zucker. Bei höherer Temperatur brennt er mit Flamme und hinterläßt eine schwammige Kohle.

206.



In Auflösungen verwandelt sich der Rohrzucker bei gewöhnlicher Temperatur in Schleimzucker, und zwar um so schneller, je mehr die Luft Zutritt

---

1) Aufbewahrung in vollkommen trockener Luft, d. h. über gebranntem Kalk in luftdicht verschlossenen Gefäßen, verhindert das Absterben des Gerstenzuckers.

2) Gemengt mit einer bitterschmeckenden Substanz und Schleimzucker, welche sich beide durch Alkohol ausziehen lassen.

hat und besonders in Gegenwart stickstoffhaltiger organischer Stoffe. Bei längerer Einwirkung der letzteren verwandelt er sich in Schleim, Milchsäure oder Weingeist. Beim Kochen mit reinem Wasser wird er anfangs sehr langsam in Schleimzucker umgewandelt, allmälig aber rascher mit der Zunahme der Säuren (Ameisensäure und Essigsäure), welche den Rohrzucker beim Kochen in Schleim- und Traubenzucker umwandeln, ebenso leicht als durch Säuren erfolgt diese Veränderung beim Kochen mit stickstoffhaltigen Substanzen. Mit Kalk und Alkalien geht er Verbindungen ein, in welchen er, selbst in Gegenwart zersetzender Substanzen und auch bei anhaltendem Kochen vor Zersetzung geschützt ist. Bei gewöhnlicher Temperatur befördern jedoch die Alkalien die Zersetzung (Gährung). Ebenso wenig als von Basen wird der Rohrzucker beim Kochen mit Salzen zersetzt, obgleich besonders die Chloride schon in sehr kleiner Menge (Chlornatrium und Chlorcalcium schon zu 2%) seine Krystallisation verhindern, bis man ihm dieselben durch Behandeln mit vieler Thierkohle wieder entzieht.

Der Zucker reducirt mehre Oxyde. Eisen- und Kupferoxydsalze werden mit hinreichender Menge Zuckerauflösung versetzt, durch Kali nicht gefällt. Der Rohrzucker zeichnet sich besonders dadurch aus, daß er von Alkalien auch bei anhaltendem Kochen nicht gebräunt wird und mit schwefelsaurem Kupferoxyd und überschüssigem Kali versetzt auch bei wiederholtem Kochen kein Kupferoxydul ausscheidet.

Vorkommen. Der Rohrzucker findet sich hauptsächlich im Safte des Zuckerrohr-, Mais-, Ahorn-, Wallnuß- und Palmenstammes und in den süßen Rübenarten, welche aber eigentlich auch keine wahren Wurzeln, sondern Stämme sind, ferner in Melonen, Kürbissen und angeblich in den meisten Früchten der heißen Zone.

Die Fabrikation des Zuckers ist bei Zuckerrohr und Runkelrübe wesentlich gleich und zerfällt in die Darstellung des Rohzuckers und in die Raffination. Die erstere besteht aus folgenden 5 Verrichtungen: 1. das Auspressen des Saftes, 2. die Läuterung, 3. das Einkochen, 4. das Abkühlen und Krystallisiren und 5. das Decken des Zuckers.

Darstellung des Rohzuckers aus Zuckerrohr. Das Zuckerrohr liefert einen ungleich reineren Saft und einen fast doppelt so großen Zuckergehalt als die Runkelrüben, dagegen enthält es dreimal so viel Holzsubstanz als diese. Die Wärme jener Länder, wo das Zuckerrohr gedeiht, begünstigt die Gährung des Saftes und diese Gegenden sind von den Hilfsmitteln der Mechanik und Wissenschaft am meisten entblößt. Das Verfahren zur Darstellung des Rohrzuckers in den Colonieen ist daher weit unvollkommener als das bei der Rübenzuckerfabrikation. Die Colonieen beschränken sich darauf, den im Rohr enthaltenen Zucker möglichst schnell und einfach in eine zum Versenden geeignete Form, in Rohzucker zu bringen, während die Raffinerie eine Aufgabe der Mutterländer mit ihren besseren Hilfsmitteln bleibt.

Der Saft des Zuckerrohres enthält gegen 20% Zucker, und zwar blos Rohrzucker, zwischen $^1/_{10}$ und $^2/_{10}$% andere Pflanzenstoffe (Eiweiß, Gummi, einen leimartigen, aber stickstofffreien Körper) und gegen 2% anorganische Stoffe (schwefelsauren Kalk, schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsauren Kalk, Kieselsäure), er ist farblos oder gelblich, von einer grünlichgrauen Substanz (Schleim und Chlorophyll) getrübt, von angenehm süßem Geschmack und balsamischem Geruch.

Das Pressen. Das Auspressen des Zuckerrohres geschieht in den Zuckermühlen. Die besseren bestehen aus gefurchten gußeisernen Walzen, durch Wasser-, Dampf- oder Pferdekraft in Bewegung gesetzt, zwischen welche man die etwa 3′ langen

Stücke des Zuckerrohres durchgehen läßt. Das ausgepreßte Rohr, **Bagasse** dient als Brennmaterial.

Die Läuterung.

Die **Läuterung** oder Defäcation (von faex Bodensatz) bezweckt vorzugsweise die Abscheidung der stickstoffhaltigen Körper und der Salze, weil erstere die Zersetzung des Zuckers (s. S. 296) befördern und letztere die Krystallisation verhindern. Unter allen wohlfeilen Substanzen fällt keine so viele (wenn auch nicht alle) fremden Stoffe zugleich als der Aetzkalk. Man erhitzt den Saft so schnell als möglich, weil er schon nach 20 Minuten zu gähren anfängt, auf 50 bis 60° R., setzt $^4/_{100}$% gelöschten Kalk als Kalkmilch zu; er scheidet sich sogleich mit den Verunreinigungen als Schaumdecke ab, die man mit einem Schaumlöffel entfernt.

Auf der Insel Cuba und in anderen Colonieen leitet man schweflige Säure in den mit Kalk gesättigten Zuckerrohrsaft, wodurch saurer schwefligsaurer Kalk entsteht, oder setzt den sauren schwefligsauren Kalk selbst zu. Derselbe verhindert die Gährung des Saftes und die Färbung desselben beim Einkochen, und entfernt verschiedene Stoffe, welche durch Wärme, Kalk und Kohle, schwer oder nicht abzuscheiden sind. Man erhält dadurch mehr und weißeren Zucker. Bei der Darstellung des Rübenzuckers hat sich diese Methode weniger vortheilhaft erwiesen.

Das Einkochen.

Man läßt nun den Saft vom Bodensatz ab und kocht ihn in immer kleineren Pfannen zur Fingerprobe ein, d. h. bis sich ein Tropfen zwischen Daumen und Zeigefinger zu einem $^3/_4$'' langen Faden ausziehen läßt, wo er alsdann beim Erkalten krystallisirt.

Das Abkühlen und Krystallisiren.

Der Saft muß jetzt so schnell als möglich abgekühlt werden, damit er keine großen Krystalle bildet, sondern nur zur grobkörnigen Masse erstarrt. Man bringt ihn daher in die Kühler (flache hölzerne Kästen), bis er nur noch lauwarm und körnig geworden ist. Hierauf kommt er in die Krystallisirkästen mit durchlöchertem Boden. Durch die Löcher, welche anfangs mit Zuckerrohrstücken locker verstopft sind, fließt der nicht krystallisirbare Zucker, oder die **Melasse,** welche sich beim Einkochen gebildet hat, in Cisternen ab. Nach dem vollständigen Abflusse der Melasse (nach 3—4, bei allzufeinkörniger Krystallisation 5—6 Wochen) versendet man den Zucker in Kisten. Er heißt nun **Rohzucker** oder **Moscovade** und ist je nach der Behandlung von sehr verschiedener Reinheit. Während er aus wenigen Colonieen von einer Weiße und Trockenheit wie raffinirter Zucker kommt, ist er gewöhnlich braun, feucht und selbst schmierig, so daß auf dem Transport ein bedeutender Verlust durch Abtropfen entsteht. Er wird an die Raffinerieen versendet, die Melasse und der Zuckerschaum zur Rumfabrikation benützt, der feinste Rum jedoch aus dem Zuckerrohrsafte selbst bereitet.

Verwendung der Zuckerrohrmelasse.

Das Decken oder Terriren.

Man unterwirft ihn daher an manchen Orten, wie in Brasilien, sogleich einer vorläufigen Reinigung. Man bringt den Saft von den Kühlern aus in große, kegelförmige, unglasirte Thonformen. Die Oeffnung an der Spitze wird anfangs verschlossen, aber nach dem Erstarren des Zuckers wieder geöffnet. Man bedeckt hierauf die nach oben gekehrte Grundfläche des Zuckerhutes mit Thonbrei. Der Wassergehalt des Thones zieht sich in den Zucker hinein und verdrängt die Melasse, so daß sie unten aus der Spitze abfließt in untergestellte Töpfe. Dieses Decken wiederholt man mehrmals mit frischem Thonbrei, nimmt dann den Zucker aus den Formen und trocknet ihn, nachdem die braune Spitze abgeschlagen worden, in eigenen Trockenkammern. Er heißt nun T e r r i s oder **gedeckter Zucker,** wird aber meistens zerstoßen und als **Cassonade** oder **Mehlzucker** verkauft. Der gedeckte Zucker dient theils als Kochzucker, theils zur Gewinnung feiner Raffinaden. Die

beim Decken ablaufende Masse, **grüner Syrup**, enthält noch viel krystallisirbaren Zucker, den man durch Abdampfen daraus erhält.

Die Raffination des Zuckers.

Die Reinigung oder **Raffination** bezweckt die Befreiung des Zuckers von der zurückgebliebenen Melasse und von Unreinigkeiten (Staub, Schmutz und Holztheile) und zerfällt 1. in das Schmelzen oder Auflösen; 2. das Klären, 3. das Filtriren, 4. das Verkochen, 5. das Körnen oder Krystallisiren, und 6. das Decken.

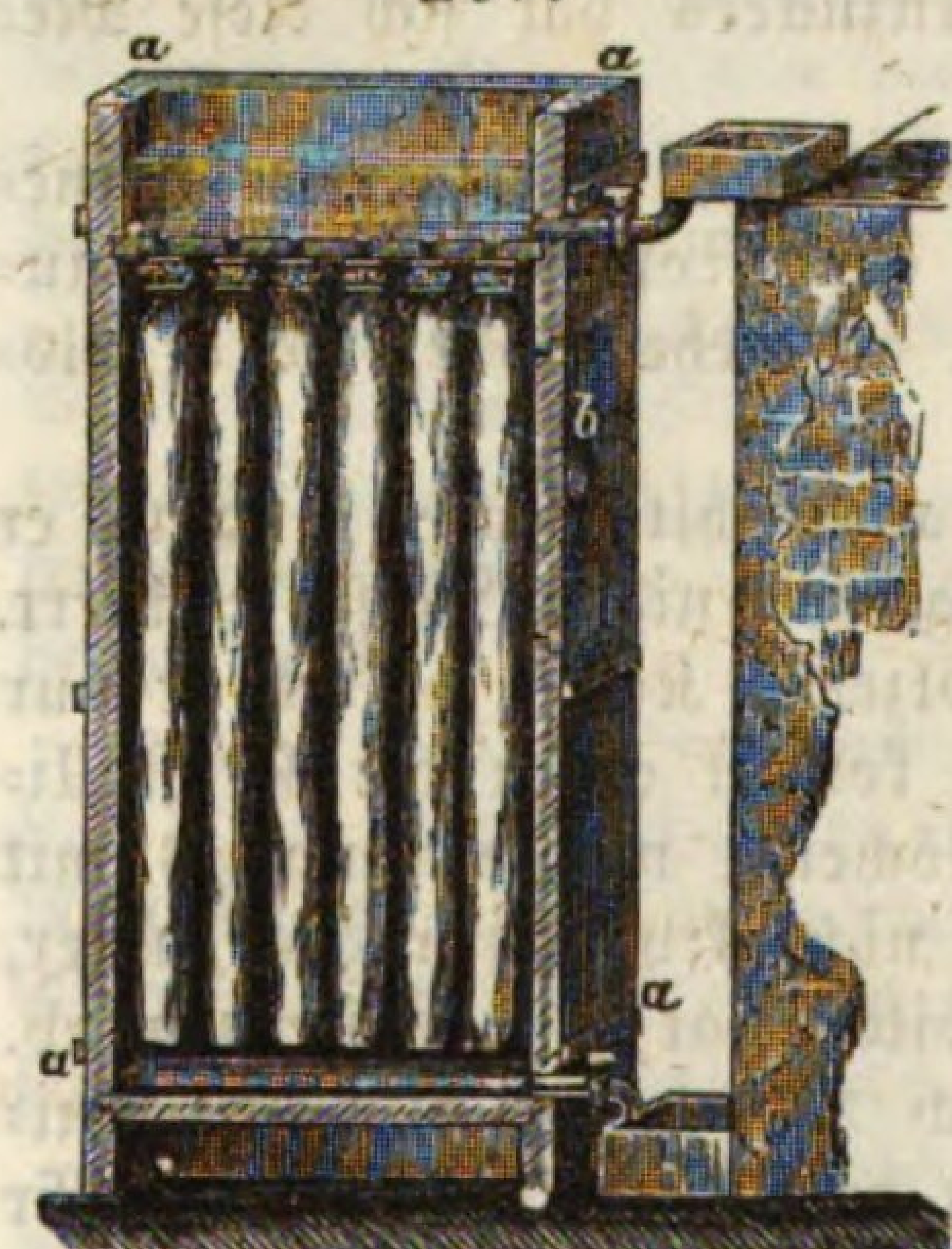
Das Schmelzen und Klären.

Die Kisten oder Fässer werden entleert und was am Holze hängen bleibt, durch eingeleiteten Wasserdampf aufgeweicht und der Zucker im Ganzen in 30% Wasser aufgelöst oder **geschmolzen**, mit einem Gemenge von ½% Rinderblut und 3 bis 6% Knochenkohle versetzt und rasch (damit das Blut keine Zersetzung des Zuckers herbeiführt) auf 56° R. erhitzt, wo der Eiweißstoff des Blutes gerinnt und mit den Unreinigkeiten des Zuckers als zusammenhängender Schaum an die Oberfläche tritt. Die klare Auflösung wird nun, damit das Gerinnsel die Kohlenfilter nicht verstopft, zuerst auf ein Taylor'sches Filter gelassen.

Erstes Filtriren.

Taylor's Filter.

207.



208.



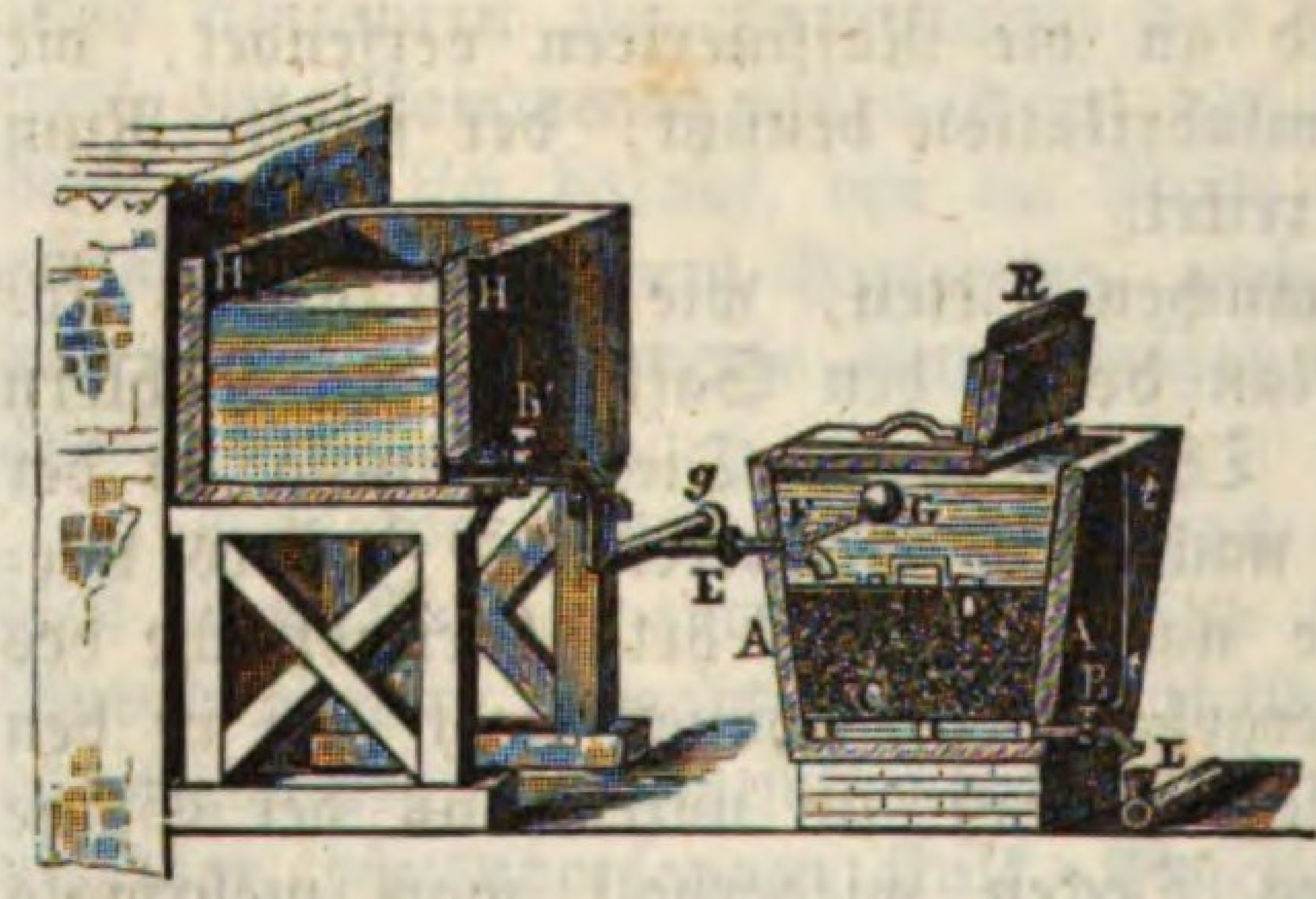
Der Kasten a a 2' breit, 2½' tief und 6' hoch, ist 1' unter dem Rande durch einen Querboden in 2 Abtheilungen gebracht. In der oberen mit Kupferblech gefütterten befindet sich der zu filtrirende Saft, in der unteren die Filtrirvorrichtung und der filtrirte Saft. Die Filter sind 12 bis 25 baumwollene Schläuche, welche so in engere leinene Schläuche eingeschoben sind, daß sie möglichst viele Falten bilden. Die Schläuche sind unten zugebunden und mit dem oberen Ende in messingene Mundstücke M befestigt, welche in den Zwischenboden eingelassen sind.

Zweites Filtriren.

Das Durchgelaufene kommt nun zur Entfärbung auf ein Kohlenfilter.

Dumont's Filter.

209.



Am meisten gebraucht ist das Kohlenfilter von Dumont. A ist ein Kasten mit Kupferblech ausgeschlagen, mit einem Hahne B. Der bewegliche Siebboden C ruht auf Untersätzen. Ueber C ist ein Tuch ausgebreitet, auf diesem eine Lage feuchter grobkörniger Knochenkohle, weil das früher benützte feine Pulver die Filtration außerordentlich erschwerte, darauf liegt wieder ein Tuch und darüber der zweite Siebboden D. Zwischen D und dem Deckel K mündet ein Zweig E von dem Hauptrohre g ein, welches sämmtliche Filter aus dem Vorrathbehälter H durch B' speist. Der Schwimmer G regulirt die Stellung des Hahnes F so, daß der Syrup stets gleiche Höhe über D hat. Die Luft, welche der Syrup durch die Kohlen vor sich her treibt, tritt bei t aus. Der filtrirte Syrup lauft bei L ab. Man kann die Filtration beschleunigen, wenn man die Kohle zuvor durch Dampf befeuchtet und erwärmt und den Behälter einen stärkeren Druck ausüben läßt, dadurch, daß man ihn 10—20' höher stellt.

Das Verkochen.

Der geklärte oder geläuterte und entfärbte Syrup wird nun zur Krystallisation abgedampft oder verkocht. Das Verkochen geschieht, um zu starke Erhitzung und die damit verbundene Entstehung von Schleimzucker möglichst zu

verhüten, durch Dampfheizung und in luftleer gepumpten Kesseln, wo das Sieden bei weit niedrigeren Temperaturen stattfindet.

Eine Vorrichtung zum Abdampfen des Zuckers im luftleeren oder vielmehr luftverdünnten Raume heißt **Vacuumpfanne** (von Vacuum Luftleere). Um die kostspielige Luftpumpe zu ersparen, die noch überdies eine bewegende Kraft erfordert, suchte man die Luft im Abdampfkessel durch die Verdichtung des verdampften Wassers zu verdünnen. Da man aber zur Abkühlung und Verdichtung des Dampfes viel Wasser braucht, so bewirkte man letztere durch den Syrup selbst. In größeren Raffinerien, wo man ohnedies Dampfkraft benützt, macht die Bewegung der Luftpumpe wenig Kosten, während sie um so schneller und sicherer arbeitet. **Die Vacuumpfanne.**

210.

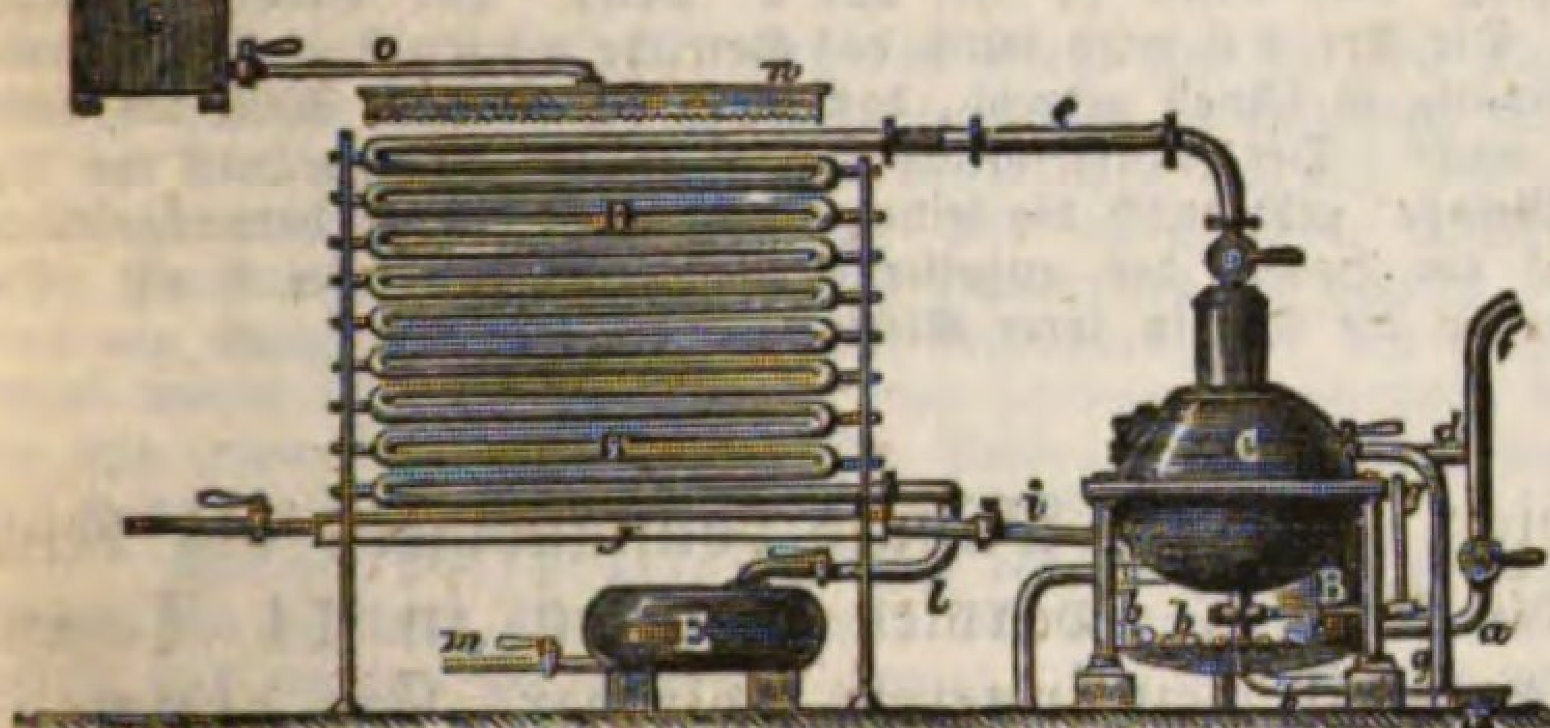


Fig. **210.** zeigt die Vacuumpfanne ohne Luftpumpe von Degrand, verbessert von Derosne. Der Dampf strömt aus dem (nicht abgebildeten) Dampfkessel durch das Rohr **a** in das Heizspiralrohr **b b** der offenen Pfanne **B**, und kehrt daraus wieder in den Dampfkessel zurück. Der durch das Verkochen des Syrups in **B** erzeugte Dampf geht durch ein in der Figur verdecktes Rohr in die Heizspirale der Vacuumpfanne **C**. Der Dampf, welcher im Vacuum in **C** durch den dort verkochenden Saft entsteht, tritt durch die Theilung des Rohres **e** in die zwei aufrecht stehenden Schlangenrohrsysteme **D D** des Kühlapparates. Aus dem Behälter **G** fließt unverkochter Saft durch **o** auf die dreieckige Rinne **n** mit gezahnter unterer Kante und vielen seitlichen Einschnitten. Der Saft fließt daraus in dünnen Strahlen über das Schlangenrohr **D** und kühlt es ab, wodurch in **C** ein luftverdünnter Raum entsteht, während der Syrup selbst dabei abdampft. Das hiedurch in **D** verdichtete Wasser sammelt sich durch **l** im Cylinder **E**, wo es leicht entleert werden kann, ohne das Vacuum aufzuheben, weil man es durch einen Hahn davon absperren kann.

Der Syrup durchlauft folgenden Weg: Aus **G** kommend verdampt er auf **D D** auf die Hälfte seines Volums und sammelt sich im Untersatze **J**. Aus diesem speist man die Pfanne **C**, worin sich die Verkochung vollendet. In das Vacuum von **C** wird der Syrup aus **F** durch den atmosphärischen Druck gehoben. Reicht der Dampf für **C** aus **B** nicht zu, so ergänzt man ihn durch das Zweigrohr **d**. Wenn der kochende Syrup übersteigt, oder Zucker von den Dämpfen mit fortgerissen wird, so findet man letzteren im Condensationswasser in **E**. Wegen der Brennstoffersparniß beim Verdampfen des Syrups eignet sich diese Einrichtung besonders für die Colonieen.

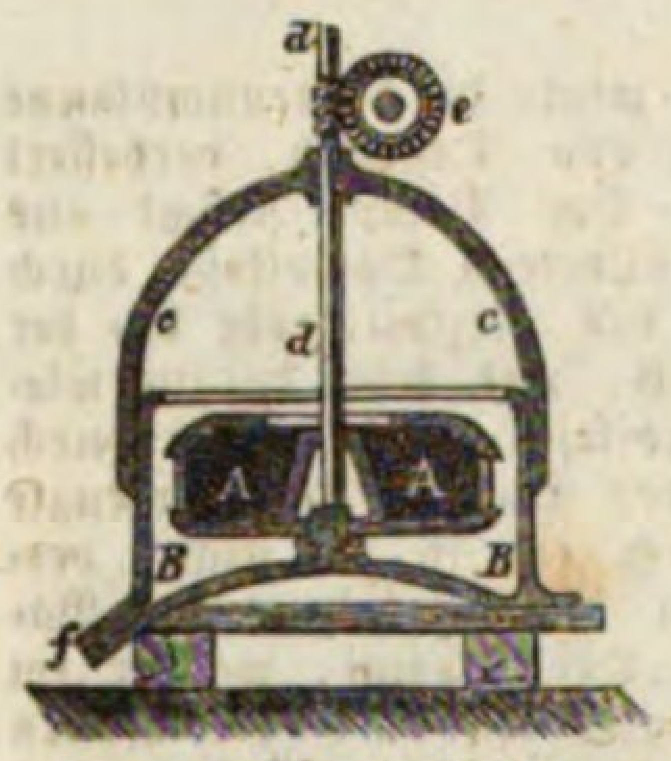
Aus den gewöhnlichen (offenen) Pfannen kommt der Syrup mit höherer Temperatur (über 90° R.) und muß gekühlt werden, aus der Vacuumpfanne mit viel geringerer (65°), er krystallisirt schon in der Pfanne und muß daher nachgewärmt werden (auf 70° R.). Der Zweck des Deckens wird um so vollkommener erreicht, je feiner und gleichmäßiger das Korn ist, die Abkühlung wird daher beschleunigt und, wenigstens anfangs, gestört. Wenn er nach dem Anwärmen wieder so weit abgekühlt ist, daß er von Neuem zu krystallisiren beginnt und breiartig geworden ist, kommt er in die Formen, und zwar schlechter, schwer krystallisirender Syrup in größere, besserer, der leicht ein zu grobes Korn liefert, in kleinere Formen, weil das Korn um so größer wird, je langsamer die Abkühlung erfolgt. Die Vergrößerung des Korns wird noch durch Umrühren verhindert. Nach der Abkühlung zieht man die Pfropfen aus den Formen und befördert das Abtropfen durch eine Temperatur von 25° R. **Das Körnen und Füllen (in die Formen).**

Nach dem freiwilligen Ablaufen der Melasse (nach etwa 8 Tagen) ist nur noch das untere Drittel der Zuckerbrode mit Syrup getränkt, man entleert den (grünen) Syrup aus den Untersätzen (Potten) zum Verkauf und deckt mit Thonbrei. Der Thon darf nicht zähe sein, damit er das Wasser durchläßt. Das Decken wird ein-, seltner zweimal wiederholt; zweckmäßiger (weil man keinen Zucker dabei auflöst) wird jetzt mit Zuckerauflösung, zuerst **Das Decken.**

unreiner, dann immer reinerer gedeckt oder man legt eine poröse Thonplatte auf, die man durch Brennen eines Gemenges von Thon und Sägespänen erhält. Diese läßt das Wasser langsam und gleichmäßig durchsickern. Zuletzt stellt man die Form auf die Basis, damit sich der Syrup aus der Spitze durch das ganze Brod zertheilt. Der Syrup (Decksyrup), welcher viel krystallisirbaren Zucker enthält, wird wieder mit dem Rohzucker verkocht, oder für sich behandelt und liefert dann in abnehmender Reinheit: **Melis, Lumpen-** oder **Kochzucker** und **Farinzucker.**

Der Centrifugal-Trockenapparat. Statt des Deckens wendet man jetzt gewöhnlich die Centrifugal-Trockenmaschine zum Abtropfen und Decken des Zuckers an.

211.



Man bringt den Zucker in den Rotationskessel A A aus dickem durchlöchertem Messing oder Eisen (1′ tief und 3′ weit). Der Boden ist nicht durchbrochen. Die Axe d d wird durch das Getriebe e mittelst einer Schraube ohne Ende allmälig so schnell gedreht, daß sie in der Minute 3000 bis 4000 Umdrehungen macht. Der Zucker drückt sich gegen die Seitenwände des Cylinders, die Melasse geht durch die feinen Oeffnungen, wird herausgeschleudert und fließt am Boden des gußeisernen Cylinders B B bei f ab. Die Arme c c erhalten die Axe in ihrer Richtung.

Das Abtropfen erfolgt hier in einer Minute vollständiger, als beim freiwilligen Abtropfen in 24 bis 28° R. warmen Räumen in 14 Tagen. Beim Decken gießt man den Syrup in den inneren Cylinder. Ein dreimaliges Decken, welches sonst 18 bis 45 Tage dauerte, geschieht hier in 5 Minuten. Man erspart dadurch an Zeit, Arbeit, Raum, Heizung, Zinsen und verhütet die Gährung (wegen der Kürze der Zeit).

Von der Centrifuge bringt man den Zucker in Hutformen von emaillirtem Eisenblech und setzt die Spitzen derselben durch Kautschukringe luftdicht in die conischen Oeffnungen eines Saugapparats, d. h. einer liegenden Röhre, welche durch eine Luftpumpe luftleer gemacht wird, um den letzten Rest der Feuchtigkeit auszusaugen.

Candis. Zum Candiszucker wird der Saft mit weniger Kohlenpulver beim Klären versetzt und kommt gar nicht auf die Kohlenfilter, weil er Schleimzucker einschließen muß, wenn er seine auflösende Wirkung bei Katarrhen haben soll. Um ihn aber von dem üblen Beigeschmacke zu bewahren, welchen ihm Blut ohne Kohlenfilter verleihen würde, so klärt man bisweilen statt Blut mit Eiern. Zur Erzielung großer Krystalle kocht man den Saft nicht so stark ein und gießt ihn in mit Fäden durchzogene Töpfe in einem Raume von 32° R., wo die Krystallisation in 8 Tagen erfolgt ist.

Darstellung des Zuckers aus Runkelrüben. Um den Zucker aus den Runkelrüben zu gewinnen, werden dieselben zuerst gewaschen und dann auf Saft verarbeitet.

Der Runkelrübensaft enthält gegen 10% Rohrzucker, $1^1/_2$% Eiweiß und andere Stickstoffverbindungen, gegen 4% andere organische Stoffe (Fett, Chlorophyll, Gummi, scharfes flüchtiges Oel), Salze u. s. w. (äpfelsaures, schwefelsaures und salpetersaures Kali, Chlorkalium, phosphorsauren Kalk, Magnesia, Thonerde, Kieselsäure), ist anfangs farblos, wenig getrübt, bald aber ziemlich trüb und braunroth und endlich tintenschwarz, von salzig süßem Geschmack und schwachem, rettigartigem Geruch.

Die Gewinnung des Saftes kann auf dreierlei Weise geschehen:

Das Reib- oder Preßverfahren. 1. Man zerreibt die Rüben zu Brei, indem man sie in einen viereckigen Rumpf einlegt, mit einem Holze gegen einen mit Sägeblättern besetzten Cylinder andrückt und scheidet den Saft zuerst auf einer Schraubenpresse,

dann auf einer hydraulischen Presse oder durch die Centrifugalmaschine, oder durch Verdrängen mit Wasser (s. S. 249) ab.

Die Maceration.

2. Man schneidet die Rüben durch eine mit Messern besetzte Kreisscheibe, welche sich sehr rasch vor einem mit Rüben gefüllten Rumpf umdreht, in dünne (einige Linien dicke) Scheiben, welche man mit heißem Wasser (gewöhnlich v. 60° R.) macerirt oder (richtiger gesagt) auslaugt. Man zieht nämlich mit demselben Wasser wiederholt frische Rüben aus, sodann aber auch dieselben Rüben wiederholt mit frischem Wasser. Nach Schützenbachs neuer Methode laugt man die zerriebenen Rüben auf Seihböden von Blech aus.

Die Schützenbach'sche Methode.

3. Nach Schützenbach zerschneidet man die Rüben mit einer Maschine in kleine Würfel, trocknet dieselben, mahlt sie zu Pulver und zieht dieses Pulver mit Wasser aus, dem man $^1/_2$ % Schwefelsäure zugesetzt hat, um die Gährung zu hindern, sättigt hierauf die Schwefelsäure mit Kalk und läßt den Gyps absetzen.

Vorzüge und Nachtheile dieser Methoden.

Das Reibverfahren ist das älteste und hat den Nachtheil, daß die feine Zertheilung den Zutritt der Luft zu der feuchten Rübenmasse begünstigt, es entwickelt sich der schwarze Farbstoff, der Saft fordert daher viel Kalk und Knochenkohle zur Entfärbung. Durch das Auspressen wird nicht blos der Eiweißstoff, sondern auch eine Meng Zelltrümmer mit ausgedrückt. Dieses, sowie die Begünstigung des Luftzutrittes geben Veranlassung zur Gährung und Verderbniß des Saftes. Zugleich ist diese Methode mit einem unterbrochenen Gang und vieler Handarbeit verbunden und ein großer Theil des Zuckers bleibt in den Trestern zurück, worin er als Viehfutter nur eine geringe Verwerthung findet. Die Centrifuge erfordert weniger Arbeit und erspart die Preßtücher. Die Verdrängungsmethode fordert dagegen 10 mal weniger Anlagecapital und 6 mal weniger Handarbeit als das Pressen.

Bei der Maceration gerinnt der Eiweißstoff und bleibt in den Rübenscheiben zurück. Durch das Wasser und die hohe Temperatur wird der Luftzutritt beschränkt. Der Saft ist deshalb klar, unbedeutend gefärbt und weniger zur Gährung geneigt. Der Zucker wird vollständiger ausgezogen und die Trestern liefern durch das Zurückbleiben des größeren Theils der stickstoffhaltigen Bestandtheile ein nahrhafteres Viehfutter. Dagegen kommt nach diesem Verfahren eine größere Menge Wasser in den Zuckersaft als beim Pressen und verursacht beim Abdampfen einen größeren Aufwand an Brennstoff und um so mehr bei der höheren Temperatur auch leicht Gährung. Das Pektin der Rüben, welches beim Preßverfahren wegen seiner Unlöslichkeit in Zuckerauflösungen (S. 251) in den Trestern bleibt, wird bei der Maceration durch die wiederholte Anwendung von reinem Wasser reichlich aufgelöst, die Trestern sind ferner als Viehfutter geschmacklos und lassen sich, weil sie naß sind, nicht aufbewahren, wenn sie nicht gepreßt oder getrocknet werden.

Nach dem Schützenbach'schen Verfahren kann man das ganze Jahr fortarbeiten, daher im Ganzen weit mehr Zucker liefern und bekommt die Handarbeit zu demselben Preise, wie andere Fabrikzweige. Man erhält ohne Reiben und Pressen durch ein einziges Filtriren mehr Zucker und einen vollkommen klaren und sehr zuckerreichen Saft, welcher weniger Brennmaterial beim Abdampfen kostet und, weil er gleichfalls frei von Eiweißstoff ist, wenig zur Gährung geneigt ist. Das trockene Pulver läßt sich nicht nur Jahre lang aufbewahren, sondern es erfordert auch nur $^1/_5$ des Aufbewahrungsraumes von den frischen Rüben und erspart $^4/_5$ der Transportkosten. Das Verfahren gestattet die Verarbeitung des Erzeugnisses einer weit größeren Bodenfläche als die beiden andern Methoden und man braucht die Rüben nicht an dem Orte zu verarbeiten, wo sie wachsen, sondern da, wo die Arbeit und das Brennmaterial am billigsten sind.

Das Trocknen erfordert jedoch wegen der fortwährend nöthigen Lufterneuerung weit mehr Brennstoff, als beim Abdampfen erspart wird, oder die möglichste Brennstoffersparung wird nur durch sehr kostspielige Einrichtungen erreicht, so, daß nur an wenigen Orten solche Trockenanstalten vorkommen und es müssen dann doch wieder die frischen Rüben weit transportirt werden. Es hat daher dieses wie das Macerationsverfahren die ältere Methode noch nicht verdrängt und das Schützenbach'sche Verfahren findet nur da Anwendung, wo man so viele Rüben hat, daß man sie nicht alle frisch verarbeiten kann.

Hiezu kommt noch, daß das Preßverfahren durch eine neuere Verbesserung eine beträchtliche Beschleunigung und Arbeitersparniß erhalten hat, da sich dabei der Rübenbrei von selbst auf die Presse aufträgt. Man läßt ihn nämlich unmittelbar von der Reibmaschine auf endlose, durch Charniere verbundene, durchlöcherte Bleche fallen, welche ihn durch eine Walzenpresse führen. Dadurch wird in jeder Minute 1 Centner Rüben ausgepreßt und durch diese Schnelligkeit das Sauerwerden des Saftes verhütet. Außerdem werden die Preßtücher erspart.

Die Darstellung des Zuckers aus dem Runkelrübensafte beginnt wie beim Zuckerrohrsafte mit der Läuterung durch Kalk, aber auf diese folgt nicht unmittelbar das Verkochen, sondern man filtrirt zuvor durch Kohle, erhitzt eine Zeit lang, filtrirt wieder und verkocht dann erst. Die Gewinnung des Zuckers aus dem Runkelrübensafte zerfällt demnach in folgende 6 Arbeiten: 1. die Läuterung, 2. die Filtration, 3. das Abdampfen, 4. die zweite Filtration oder Klärung, 5. das Verkochen, 6. die Krystallisation.

Die Läuterung.

Zur Läuterung des Rübensaftes ist wegen der größeren Menge fremder Stoffe die 10fache Menge des Kalks wie beim Zuckerrohrsafte, nämlich $^4/_{10}$ % nöthig. Der Kalk schlägt Eiweiß, Schleim, Pektin, Käsestoff, Fett, die freien

Pflanzensäuren (Aepfel-, Klee- und Pektinsäure) und die in diesen Säuren aufgelösten äpfelsauren und phosphorsauren Erden nieder. Er zersetzt ferner die alkalischen Salze, indem sich die Alkalien mit Zucker verbinden. Der Saft reagirt daher alkalisch.

Da die Läuterung keine vollkommene Reinigung des Saftes bewirkt, sondern ein Theil der stickstoffhaltigen Substanzen, besonders die sich an der Luft schwärzende lösliche Kalkverbindung und alkalische Salze als Chlorverbindungen, Sulphate und Nitrate, und nebst Schleim- und Traubenzucker zurückbleiben, so wird ihre Auflösung beim Abdampfen immer mehr concentrirt. Traubenzucker und Farbstoff werden durch die Alkalien immer mehr gebräunt und verhindern nebst den Salzen die Krystallisation des Zuckers.

Bei längerem Kochen werden die stickstoffhaltigen Körper zersetzt und begünstigen zugleich die Verwandlung des Rohrzuckers in Schleim- und Krümelzucker. Ist Kalk zugegen, so fahren sie fort, sich zu zersetzen und zerfallen dabei in Ammoniak, welches entweicht und in Säuren, die mit dem Kalk theils lösliche, theils unlösliche Verbindungen eingehen. Ihre schädliche Einwirkung auf den Zucker wird dadurch verhindert. Hiezu ist aber eine Temperatur über 80° R. erforderlich. Eine vollkommene Läuterung kann daher nicht im Vacuum, sondern nur bei gewöhnlichem Luftdrucke geschehen.

Das erste Filtriren. Früher, wo man die Trübung und Färbung des Saftes beim Abdampfen mehr der Temperatur, als den fremden Stoffen zuschrieb, filtrirte man den Syrup erst, wenn diese Erscheinungen beim Abdampfen eintraten, und verdampfte dann unmittelbar zur Krystallisation. Die Alkalien, denen man eine nachtheilige Wirkung auf den Zucker zuschrieb, wurden mit Schwefelsäure abgestumpft. Jetzt sucht man die fremden Stoffe schon vorher zu entfernen oder doch zu vermindern, bevor sie nachtheilig auf den Zucker gewirkt haben, nämlich durch das Filtriren *vor* dem Abdampfen. Man filtrirt mit schon einmal gebrauchter Kohle auf einem Dumont'schen Filter.

Das Abdampfen. Nun *dampft* man den Saft über freiem Feuer zum Theil *ab*. Durch die Concentration scheiden sich noch mehr fremde Stoffe und Kalk aus. Der Hauptzweck ist aber die Einwirkung des Kalks auf die stickstoffhaltigen Körper. Was davon nicht als Ammoniak entweicht oder mit dem Kalk keine unlöslichen, sondern auflösliche Verbindungen bildet, wird nun von der Kohle weit leichter absorbirt, als in freiem Zustand. Das Abdampfen dauert aber nicht länger, als Ammoniak entweicht, sonst wird der Syrup zum Filtriren zu dick.

Das zweite Filtriren. Die *zweite Filtration* geschieht (gleichfalls auf einem Dumont'schen Filter) mit frischer Kohle. Durch dieselbe werden die unauflöslichen Stoffe, die aufgelösten stickstoffhaltigen und färbenden Theile, sowie der Kalk abgeschieden, Schleim, Gummi und ein Theil der Salze dagegen bleibend gelöst.

Wiederbelebung der Knochenkohle. Die Kohlen, welche nun nicht blos mit organischen Stoffen, sondern auch mit Zuckerkalk beladen sind, werden wieder brauchbar, wenn man die organische Substanz durch Kochen mit Aetznatronlauge und Waschen mit Wasser, den Kalk durch Salzsäure auszieht, dann die Kohlen mit zuckerhaltigem Spülwasser einer fauligen Gährung unterwirft und endlich glüht, bis alle organischen Stoffe zerstört sind. Eine Probe darf Aetzkali nicht mehr färben. Hierauf werden sie so lange der Luft ausgesetzt, bis sie sich mit Kohlensäure gesättigt haben, weil sie nur dadurch den Kalk absorbiren.

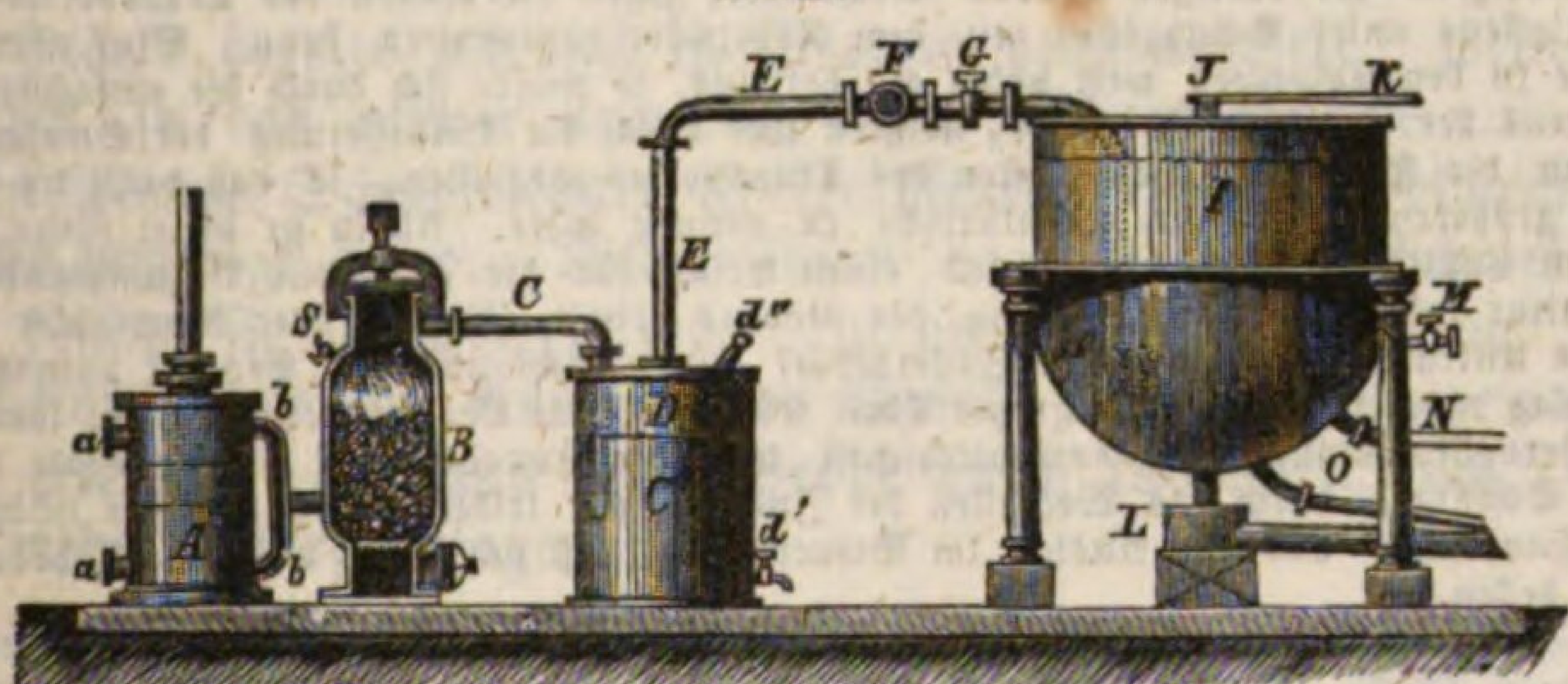
Jeder Ueberschuß von Säure ist der Kohle nachtheilig, weil er auch den phosphorsauren Kalk auflöst und dadurch die Porosität der Knochenkohle und die feine Zertheilung des Kohlenstoffs zerstört. Man sättigt daher die Kohle besser mit Salzsäuregas, welches dieselbe in trocknem und heißem Zustande sehr begierig absorbirt, mengt sie dann mit anderer Kohle, welche den Ueberschuß der Salzsäure anzieht und wäscht dann mit Wasser.

Nach der zweiten Filtration erfolgt das **Verkochen** oder das Abdampfen zur Krystallisation, gewöhnlich im Vacuum, welches wie das Kühlen, Fällen und Decken ganz mit diesen Operationen bei der Rohrzuckerfabrikation übereinstimmt. Das Verkochen.

Der Runkelrübensaft liefert gegen 10% Rohzucker. Die Rübenzuckermelasse kann, wenn sie nicht eigens gereinigt wird (s. S. 307) wegen ihres bedeutenden Salzgehaltes nicht als Versüßungsmittel, sondern nur zur Branntweinbrennerei benützt werden. Eben deshalb ist auch der Rübenrohzucker wegen seines unangenehmen Nebengeschmackes von der ihm anhängenden Melasse, weder als solcher, noch zu Candis brauchbar. Werden aber durch die Raffination die letzten Antheile der Melasse entfernt, so ist der Rübenzucker im Geschmacke vom Colonialzucker nicht mehr zu unterscheiden. Die Raffination des Runkelrübenzuckers stimmt mit der des Rohrzuckers überein.

Durch ein neueres Verfahren erhält man den Runkelrübenzucker von einem so reinen Geschmack, daß er dem raffinirten Zucker kaum nachsteht. Man setzt nämlich bei der Läuterung 6 mal so viel Kalk zu als sonst (2,4%), so, daß nicht nur die fremden Substanzen, sondern auch die ganze Menge des vorhandenen Zuckers sich mit Kalk zu Zuckerkalk (2 Aeq. Kalk + 3 Aeq. Zucker) verbindet. Der geläuterte Saft kommt in den Kessel I mit doppeltem Boden, der durch das Rohr N mit Dampf geheizt wird, während durch o das verdichtete Wasser abfließt. Der Pumpenkolben A durch eine Dampfmaschine bewegt, treibt fortwährend atmosphärische Luft durch das Rohr b

212.



unter den Rost den Ofens B. Die aus den verbrennenden Kohlen entwickelte Kohlensäure mit beigemengten Stickstoff und Sauerstoff wird durch Waschen im Waschapparate D von verdichtbaren Dämpfen und Asche befreit, geht durch E E F G und tritt durch eine kugelförmige Brause in den Zuckersaft. Der Waschapparat wird durch d' vom unreinen Wasser entleert und durch d'' frisch gefüllt. Durch S kann das Gas ausgelassen werden, wenn G geschlossen ist. Die Kohlensäure scheidet aus dem Zuckersafte kohlensauren Kalk körnig ab, so daß er das Filtriren nicht erschwert. Die überschüssige Kohlensäure wird durch Aufkochen entfernt. Die siedende Flüssigkeit fließt dann durch einen Hahn, der durch den Arm J K geöffnet wird, durch die Rinne L durch ein Kohlenfilter. Der filtrirte Saft ist nun farblos, wird auf 30 bis 31° Baumé abgedampft, wieder filtrirt und ist nun vollkommen farblos.

Eine andere Methode den Kalk abzuscheiden, ist das **Fettfilter**. Man füllt ein Filter mit Cooks- oder Sandsteinpulver, welches mit 15 Proc. Oelsäure gemengt ist. Der Kalk bleibt als ölsaurer Kalk auf dem Filter, kann aber demselben durch Salzsäure wieder entzogen werden. Der schwache Oelgeschmack des Zuckers verschwindet beim ersten Aufkochen.

Da die Melasse meistens noch über die Hälfte Rohrzucker enthält, so scheidet man denselben daraus ab, indem man ihn mit Aetzbaryt fällt und letzteren durch Kohlensäure vom Zucker trennt. Die geringe Menge Die Gewinnung des krystallisirbaren Zuckers aus der Melasse.

Baryt, welche gelöst bleibt, wird durch etwas Gyps niedergeschlagen. Der erhaltene kohlensaure Baryt wird durch Glühen mit Kohle wieder ätzend. Wendet man statt Baryt etwa 16% Kalk an, so entsteht eine Verbindung von 1 At. Zucker mit 3 At. Kalk, welche noch schwerer löslich ist als die Barytverbindung. Man erhält zwar etwas weniger Zucker, dafür aber ist Kalk billiger und unschädlich.

Auch Magnesia wird empfohlen. Sie fällt die Farbstoffe, ohne daß sich überschüssige Magnesia auflöst.

Anwendung des gemeinen Zuckers.

Der gemeine Zucker hat einen weit reineren Geschmack als der Schleimzucker und eine viel bedeutendere Süße als der Krümelzucker, dient sowohl deshalb als wegen des reinlichen Aeußeren, der vollkommenen Trockenheit und des leichten Transportes unter allen Zuckerarten am häufigsten zum Versüßen der Speisen und Getränke. Gesättigte Lösungen schützen Thier- und Pflanzenstoffe, ähnlich dem Kochsalze, vor Fäulniß, ohne dieselben bedeutend im Aussehen und Geschmack zu verändern, er dient daher besonders zum Einmachen der Früchte, ferner zur Darstellung des Caramels als Weinfarbe, als Reagens auf Schwefelsäure und mit Schwefelsäure auf Galle, zur Darstellung des Mundleims, einer Mischung aus Leim und gemeinen Zucker; er macht den Leim in kaltem Wasser löslich, ohne zu verhindern, daß er wieder austrocknet.

Trotz der großen Ausgiebigkeit des Zuckerrohrs und der Fruchtbarkeit des Bodens in den Colonieen liefert dasselbe bei der Unvollkommenheit der dortigen Darstellungsweise fast noch weniger Zucker als die Rübe, und die Billigkeit des dortigen Landes verschwindet gegen die Kosten des Transportes, so daß der Rübenzucker wenigstens unter Schutzzöllen mit dem Rohrzucker concurriren kann. Sind aber auch Zinsfuß und Arbeitslöhne in den Colonieen weit höher als bei uns, so würde sich durch die einfachsten Verbesserungen des Verfahrens der Ertrag leicht um 1/3 steigern und durch die Verbesserung der Straßen von den Erzeugungsorten an die Küsten die Hauptkosten des Transportes wegfallen, so daß dann die Rübenzuckerindustrie mit noch größerem Rechte eine unnatürliche zu nennen wäre. Allein sie bietet vielen Menschen Beschäftigung, vielen Capitalien Verwendung und einen Ersatz für die gesunkene Branntweinbrennerei. Die mit der Rübencultur verbundene Auflockerung des Bodens bringt ihn mit der Atmosphäre in Berührung und beseitigt das Unkraut. Der gesammte Zuckerbedarf würde nicht über 1/5 Procent unseres culturfähigen Bodens in Beschlag nehmen, wovon ein großer Theil früher auf die Branntweinerzeugung kam. Holzmangel läßt die jetzige Vervollkommnung der Forstwirthschaft und die Zunahme der Holzsurrogate nicht fürchten. Würde auch die Schifffahrt durch das Wegfallen der Zuckereinfuhr leiden, so ist doch der inländische Verkehr bei weitem die Hauptsache und der Ausfall im Steuerertrag ließ sich durch allmälige Erhöhung des Zolles auf Rübenzucker decken.

Krümelzucker.

Der Krümelzucker, Traubenzucker, Stärkmehl- oder Kartoffelzucker, $C_{12}H_{12}O_{12}$ krystallisirt in Körnern oder warzigen, „krümeligen" Massen, daher sein Name, ist farblos, löst sich langsamer als der Rohrzucker, in 1½ kaltem, aber in jedem Verhältnisse von heißem Wasser zu einem Syrup, der nie so dick und fadenziehend wird wie der Rohrzuckersyrup, hat einen schwach süßen Geschmack, der bei concentrten Lösungen stärker als beim Zucker selbst, jedoch stets viel schwächer als beim Rohrzucker ist. In wasserfreiem Weingeist ist er nicht, wohl aber in wasserhaltigem löslich. Er verliert beim Erwärmen sein Krystallwasser und schmilzt schon bei 80° R. und verwandelt sich schon bei 112° in Caramel.

In chemischer Beziehung unterscheidet sich der Krümelzucker vom gemeinen Zucker besonders durch sein Verhalten zu Säuren und Alkalien. Während sich der gemeine Zucker durch concentrirte Schwefelsäure verkohlt und durch verdünnte in Krümelzucker und beim Erhitzen in eine braune Substanz (Ulmin und Ulminsäure) verwandelt, löst sich der Krümelzucker in concentrirter Schwefelsäure mit schwach gelblicher oder bräunlicher Farbe zu Zuckerschwefelsäure auf, welche durch Barytsalze nicht mehr gefällt wird. Verdünnte Schwefelsäure

zersetzt und bräunt ihn auch beim Kochen nur langsam. Gegen Salzsäure verhält er sich ähnlich, gegen Salpetersäure aber wie der Rohrzucker. Alkalien dagegen, welche den Rohrzucker beim Kochen sehr langsam verändern, verwandeln den Krümelzucker sogleich vollständig in eine schwarzbraune Substanz. Mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd scheidet er nicht blos (wie das Dextrin) beim Erhitzen, sondern schon bei gewöhnlicher Temperatur Kupferoxydul aus.

Vorkommen.

Der Krümelzucker findet sich neben Schleimzucker nicht blos in den Trauben, sondern auch in fast allen übrigen süßen Früchten und im Honig, ferner im Birkensafte, im Harn der Harnruhrkranken, in kleiner Menge auch in gesundem Blut und in der Leber der Thiere, auch bei ausschließlicher Fleischnahrung. Er entsteht durch Behandlung von Stärke, Dextrin, Rohr- und Milchzucker mit Schwefelsäure, Salzsäure und organischen Säuren, durch Einwirkung von Malz oder der darin enthaltenen Diastase, von Pflanzenleim, Eiweiß und andern Stickstoffverbindungen auf Stärkmehl und Dextrin und durch die Einwirkung von Hefe auf Rohrzucker.

Darstellung.

Zur Darstellung des Krümelzuckers verwendet man der Billigkeit wegen fast nur Kartoffelstärke. Man trägt 100 Th. Stärkmehl mit ebensoviel Wasser angerührt und auf 40° R. erwärmt in einem dünnen Strahl unter Umrühren in eine kochende Mischung von 2 Th. Schwefelsäure und 200 Th. Wasser, nicht umgekehrt die Schwefelsäure in kochenden Kleister. Da nämlich die Schwefelsäure weder eine Zersetzung erleidet, noch mit dem Stärkmehl in Verbindung tritt, so sind nach dem ersteren Verfahren die zuerst eingetragenen Theile der Stärke bereits allemal in Dextrin umgewandelt, wenn die späteren nachfolgen, so daß immer nur eine kleine Menge Stärke auf einmal mit einer großen Menge Schwefelsäure in Berührung kommt, wodurch ihre Wirkung sehr beschleunigt wird. Würde man dagegen mehr Schwefelsäure anwenden, so könnte sie leicht zerstörend auf den Zucker einwirken. Nach etwa $^1/_2$ Stunde sind die letzten Antheile der Stärke in Zucker umgewandelt, was man daran erkennt, wenn aus einer Probe durch Weingeist kein Dextrin oder Stärkmehl mehr niedergeschlagen wird.

In offenen Gefäßen erhitzt sich die Flüssigkeit nur wenige Grade über 80° R. Dabei bleiben 20—50% Gummi und die flüchtigen und empyreumatischen Oele im Zucker zurück. Wird dagegen die Stärke mit der Schwefelsäure in einem (eisernen, mit Blei gefütterten) Dampfkessel unter einem Druck von 6 Atmosphären oder auf 121° R. erhitzt, so wird alles Gummi in Zucker umgewandelt und die riechenden Oele verflüchtigt.

Man sättigt die Schwefelsäure durch Kreide oder Kalkstein, jedoch so, daß die Schwefelsäure ganz schwach vorwaltet, indem der Zucker durch Säure nicht leidet, aber durch den kleinsten Ueberschuß von Kalk einen bittern Geschmack annimmt. Man filtrirt hierauf durch das Dumont'sche Kohlenfilter (S. 298), um die durch die Schwefelsäure bewirkte bräunliche Färbung, einen fuseligen Nebengeschmack und den aufgelösten Gyps zu entfernen und dampft ab. Nach 8 bis 14 Tagen beginnt die Krystallisation.

Da jedoch etwas zu viel Schwefelsäure den Zucker hygroskopisch macht, und seiner Anwendung zur Gährung nachtheilig wird, so ist es besser mit kohlensaurem Kali vollkommen zu sättigen und dann mit Weinsteinsäure oder Weinstein schwach anzusäuren.

Mit Malz erzeugter Stärkezucker hat einen nicht unangenehmen Geruch und Nebengeschmack nach Malz und wird durch Kohle auch von diesem vollkommen frei, aber er ist nicht zur Krystallisation zu bringen. Sie wird durch zurückbleibendes Dextrin verhindert.

Aus Pflanzenfaser läßt sich der Krümelzucker mit Vortheil nicht erzeugen wegen der großen Menge Schwefelsäure, welche dieselbe erfordert, um zuvor in Amyloid (S. 280) verwandelt zu werden, und weil dabei noch andere Zersetzungsproducte entstehen, die sich nicht leicht abscheiden lassen.

Man kann den Stärkezucker, je nach dem Grade des Abdampfens in dreierlei Form in den Handel bringen: als Syrup, als körnige, feuchte, ho-

nigähnliche Masse und als trockenes Pulver. In letzterem Falle kommt er zur Krystallisation in Fässer mit doppeltem, durchlöchertem Boden, dessen Oeffnungen anfangs verstopft sind, und trocknet ihn dann auf Gypsplatten in Trockenöfen. Diese Form ist die bequemste. Doch wird der Syrup wegen der Schwerlöslichkeit des festen Zuckers zu manchen Zwecken vorgezogen. Die unbequemste Form ist der feuchte krystallisirte Zucker, weil er fest und zugleich schmierig ist.

Wichtigkeit des Krümelzuckers. Am wichtigsten ist der Krümelzucker, insoferne alles Stärkmehl, welches bei der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei in Weingeist übergeht, sich zuvor durch die Wirkung des Malzes in Krümelzucker umwandeln muß. Außerdem wird auch eine große Menge Krümelzucker (bei weitem der meiste aber in Frankreich) als solcher fabricirt. Er ist wegen seiner einfachen Darstellung und Ausgiebigkeit [1]) weit billiger als der Rohrzucker und dient daher besonders zur Verstärkung zuckerarmer Möste, zur Darstellung künstlicher Weine und zur Bierbrauerei (Kartoffelbier). Zum Versüßen von Speisen und Getränken wird er wegen seiner geringen Süße und Schwerlöslichkeit selten benützt.

Schleimzucker.

Der Schleimzucker oder Fruchtzucker $C_{12}H_{12}O_{12}$, ?HO bildet gewöhnlich eine Flüssigkeit von Syrupconsistenz, er läßt sich zwar zur trockenen Masse von glasigem Bruche schmelzen, zerfließt aber bald wieder an der Luft. Er ist in reinem Zustand farblos, findet sich aber gewöhnlich mehr oder weniger braun gefärbt, namentlich als Zuckersyrup, und entfärbt sich dann auch durch wiederholte Anwendung des Kohlenfilters nur wenig. Er besitzt unter allen Zuckerarten die stärkste Süße, löst sich sehr leicht in Wasser und Alkohol, verwandelt sich mit Hefe unmittelbar in Weingeist und geht an der Luft unter Aufnahme von Wasser in Krümelzucker über. Mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd verhält es sich wie Krümelzucker, dreht aber nicht wie dieser den polarisirten Lichtstrahl nach rechts, sondern nach links.

Vorkommen. Er findet sich im Honig und in den reifen Früchten vorzugsweise oder vielleicht ausschließlich, so daß er darin erst allmälig in Krümelzucker übergeht.

Darstellung. Er entsteht aus dem Rohrzucker durch die Einwirkung der Säuren, sowie bei dessen Uebergang in die Gährung und bildet den Hauptbestandtheil der Melasse. Durch die Einwirkung der Hefe und der Pflanzensäuren auf reinen Rohrzucker erhält man ihn farblos.

Wichtigkeit. Der im Handel vorkommende Syrup hat einen brenzlichen Nebengeschmack nnd wird daher selten zum Versüßen, höchstens von geringen Backwerken wie Lebkuchen und Liqueren benützt. Am häufigsten dient er zur Gewinnung von Zuckerbranntwein oder Rum und zur Bereitung der Schuhwichse. Man benützt ihn ferner als hygroskopischen Körper, um das Austrocknen anderer Substanzen zu verhindern, z. B. zum Feuchthalten mancher Farben in der Wassermalerei und Kattundruckerei, eine Mischung desselben mit Leim zur Darstellung der Buchdruckerwalzen und als Grund für biegsame Malerleinwand. Auch die mit Zucker eingekochten Fruchtsäfte verdanken ihm ihre Eigenschaft flüssig zu bleiben. Seine Gährungsfähigkeit wird bisweilen bei der

---

1) Die Kartoffeln enthalten gegen 20% Stärkmehl, welches sein gleiches Gewicht trocknen Zucker liefert.

Essigfabrikation, zur Indigküpe und zur Bereitung des Schnupftabaks benützt. Die Rübenzuckermelasse, wegen ihres Salzgehaltes die billigste, wird als Viehfutter, zu Branntwein und zum Ausziehen des Kalkes aus den Häuten in der Gerberei angewendet.

Reinigung der Rübenmelasse. Flußsäure, welche man dem rohen Rübensaft zusetzt, scheidet nicht blos Kalk als unlösliches Fluorcalcium, sondern auch die Alkalien ab, indem sie mit diesen und der Thonerde des mechanisch beigemengten Thons unlösliches Fluornatrium-Aluminium und Fluorkalium-Aluminium bildet, ohne dem Zucker zu schaden.

Die Schuhwichse. Die Schuhwichse besteht gewöhnlich aus Beinschwarz, Schwefelsäure, Oel und Syrup. Das Beinschwarz, wenn auch noch so fein gemahlen, deckt und schwärzt nicht gut, es muß daher aufgeschlossen werden, indem man den kohlensauren und phosphorsauren Kalk durch Schwefelsäure und Salzsäure auszieht. Die Thierkohle bleibt dann in feinster Zertheilung zurück, ebenso auch der schwefelsaure Kalk. Die freie Phosphorsäure (oder vielmehr saurer phosphorsaurer Kalk, vgl. S. 74) macht allmälig das Leder brüchig, und sollte daher ausgewaschen werden. Gewöhnlich geschieht dies aber nicht, sondern man setzt sogleich Oel und Syrup zu. Beide bilden eine Emulsion mit einander, welche von dem aufgeschlossenen Beinschwarz aufgesogen wird und die Eigenschaft hat, durch Bürsten Glanz anzunehmen.

Der Vortheil der Melasse beim Versüßen und noch mehr zur Bildung von Weingeist und Essig statt des Rohrzuckers ist übrigens bei uns mehr scheinbar als wirklich, weil sie nämlich fast nur die Hälfte so viel kostet als letzterer. Allein wenn man berechnet, daß die gewöhnliche Melasse nur etwa 42% ihres Gewichtes festen Zucker enthält, der überdies etwas weniger Weingeist liefert als dasselbe Gewicht Rohrzucker, so ist in der That, abgesehen von dem unreinen Geschmack, die Melasse, wenn das Pfund Rohrzucker 22 Kreuzer kostet, nur 9 Kr. werth, während sie auf 12 Kr. kommt, und ist also um 1/4 zu theuer. Bei der Gährung und Essigbildung hat sie zwar den Vorzug, daß sie rascher gährt als Rohrzucker, allein Stärkezucker gährt ebenso schnell und kommt billiger. Einen wirklichen Vortheil gewährt demnach die Melasse nur in jenen Fällen, wo man eines hygroskopischen Körpers bedarf, und zum Hervorbringen der braunen Farbe, die man bei gewissen Backwerken verlangt. Die Rübenmelasse ist zwar um die Hälfte billiger als die vom Rohrzucker, enthält aber auch weit mehr Wasser und Salze.

Milchzucker.

Der Milchzucker $C_{12}H_{10}O_{10}$, 2HO krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen, ist farblos, so hart, daß er zwischen den Zähnen knirscht, und unter allen Zuckerarten am wenigsten süß, bei weitem mehr aber in Auflösung. Er löst sich langsam in 6 Th. kaltem und $2^1/_2$ Th. kochendem Wasser, ohne einen fadenziehenden Syrup zu bilden. Die Auflösung läßt sich weit abdampfen, ohne zu krystallisiren. Von Weingeist wird er nur im Kochen aufgelöst. Durch Erhitzen bis 80° R. wird er nicht verändert, schnell bis 112° R. erhitzt verliert er sein Wasser, ohne zu schmelzen und nimmt es nachher wieder unverändert auf. Er dreht die Polarisationsebene des Lichtes wie der Krümelzucker nach rechts und verhält sich auch wie dieser gegen schwefelsaures Kupferoxyd mit Kali. Durch Digestion mit verdünnten Säuren bildet er Krümelzucker, mit Salpetersäure giebt er unter allen Zuckerarten allein Schleimsäure. Die Auflösung verwandelt sich nur langsam, bei Anwesenheit einer bedeutenden Menge Hefe und bei höherer Temperatur (24° R.) in Weingeist, sonst, besonders mit Thierstoffen, z. B. Käsestoff, in Milch- und Buttersäure (S. 273). Die Milch gährt daher erst bemerkbar, wenn sich soviel Milchsäure aus dem Zucker gebildet hat, daß der übrige Theil davon in Krümelzucker verwandelt wird, was 8—9 Monate dauert. (Vgl. auch Milchbranntwein.)

Er findet sich nur in der Milch der Säugethiere [1]) und giebt ihr den süßlichen Geschmack. Man benützt ihn in der Medicin meist als Zusatz zu Pulvern, und als brennbare Substanz in der Feuerwerkerei, weil er keine Feuchtigkeit aus der Luft zieht.

Man erhält ihn gewöhnlich aus der Kuhmilch nach Abscheidung des Käsestoffes durch Abdampfen zur Krystallisation.

---

1) Nach Andern auch im Eiweiß der Eier und in Samen.

Mannazucker.

Der Mannazucker oder Mannit, $C_{12}H_{14}O_{12}$ hat einen rein süßen Geschmack, krystallisirt in 4seitigen Nadeln, ist in Wasser und heißem Alkohol leicht löslich, löst sich in concentrirter Schwefelsäure bei gelinder Wärme ohne Färbung und ohne Entwicklung von schwefliger Säure; von verdünnten Säuren wird er nicht in Krümelzucker verwandelt. In kochender Kalilauge löst er sich ohne Färbung und eine Auflösung mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd verändert sich auch beim Kochen nicht. Auf polarisirtes Licht ist er gleichfalls ohne Wirkung und geht sehr langsam in gährungsfähigen Zucker über. Er findet sich verunreinigt mit einem kratzenden Extractivstoff in der Manna, dem eingetrockneten Saft, welchen mehrere Eschenarten und Lärchenarten ausschwitzen, in mehreren Schwämmen und in den Queckenwurzeln, entsteht auch bei der Schleimgährung aus andern Zuckerarten, wie im Runkelrüben- und Zwiebelsaft. Man erhält ihn durch Ausziehen der Manna mit heißem Weingeist. Die Manna dient wegen ihres Extractivstoffes als Purgirmittel.

Weniger bekannte Zuckerarten.

Die **Melitose** oder der Eucalyptuszucker, $C_{12}H_{11}O_{11}$ aus mehreren Eucalyptusarten in Neuholland ist dem Mannazucker ähnlich, aber weniger süß, das **Sorbin** in der Vogelbeere (Sorbus) $C_{12}H_{12}O_{12}$ ohne Krystallwasser, ist dem Rohrzucker ähnlich, krystallisirt aber in rectangulären Oktaedern und geht weder unmittelbar, noch nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure in Gährung, der **Phycit**, $C_{12}H_{13}O_{12}$ im Protococcus vulgaris krystallisirt gleichfalls in rectangulären Prismen, ist ebenfalls nicht gährungsfähig und reducirt Kupferoxyd nur schwierig. Der **Schwammzucker** in vielen Schwämmen krystallisirt in 4seitigen Prismen, ist weniger süß als Krümelzucker und löst sich in conc. Schwefelsäure mit rother Farbe, der **Inosit** $C_{12}H_{12}O_{12}$, 4HO im Muskelfleische des Herzens ist dem Milchzucker ähnlich, schmeckt aber stark süß, verwittert an der Luft, zeigt mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd keine Veränderung und wurde noch nicht zur geistigen, wohl aber zur Milchsäure- und Buttersäuregährung gebracht. — Sie fanden sämmtlich noch keine technische Benützung.

Glucoside heißen gährungsfähige Zuckerarten von abweichender Zusammensetzung, in welche manche organische Verbindungen (wie der Bitterstoff der Weide oder das Salicin, der Schillerstoff der Pappel und Kastanie oder das Populin) durch die Einwirkung von Reagentien, oder durch die Gährung zerfallen.

Allgemeiner verbreitete stickstoffhaltige Körper.

Sie sind in lufttrocknem Zustand sämmtlich fest, pulverförmig oder bilden leimartige, spröde, durchscheinende Blätter, in feuchtem Zustand sind sie bald durchscheinend, bald undurchsichtig, weiß, bald fest und elastisch, bald weich, zäh und klebrig, bald gallertartig, schlüpfrig. Sie sind nicht krystallisirbar, in reinem Zustand geschmack- und geruchlos, in Wasser meistens nicht auflöslich und die wenigen auflöslichen können wenigstens leicht in eine darin unlösliche Modification übergeführt werden. Sie sind hygroskopisch, bilden aber nicht leicht Hydrate. In Alkohol, Aether und andern Lösungsmitteln sind sie unauflöslich. Sie sind nicht flüchtig, aber viele schmelzen beim Erhitzen, jedoch gewöhnlich unter Zersetzung; sie entwickeln zuerst Wasser, nachher Ammoniak nebst andern stickstoffhaltigen und stickstofffreien Verbindungen und einen Geruch nach verbranntem Horn.

Von Essigsäure und andern organischen Säuren, sowie auch von gewöhnlicher Phosphorsäure werden viele und einige auch durch andere Mineralsäuren aufgelöst, wenn diese sehr verdünnt sind. Von concentrirten Mineralsäuren werden sie dagegen fast sämmtlich zersetzt. Schon durch längeres Kochen mit Wasser werden sie sämmtlich verändert. Einige lösen sich in schwacher alkalischer Lauge bei gewöhnlicher Temperatur, die meisten nur in concentrirter unter Mitwirkung der Wärme, jedoch nicht ohne Zersetzung und

Entwicklung von Ammoniak. Sie gehen sehr leicht, ohne Mitwirkung anderer Stoffe, an der Luft in Fäulniß über.

Sie kommen stets in Begleitung von andern Stoffen, besonders Fetten, Alkali- und Kalksalzen vor, von denen sie schwierig oder nicht ohne Zersetzung zu trennen sind, so daß es noch unentschieden ist, ob sie nicht in chemischer Verbindung damit stehen.

Sie enthalten sämmtlich Schwefel und bis auf zwei auch Phosphor, aber ihre Zusammensetzungen sind nicht genau ermittelt, 1. weil sie wegen ihres Mangels an Krystallisirbarkeit und Flüchtigkeit nicht leicht rein darzustellen sind, 2. weil man beim Austrocknen das gebundene Wasser leicht mit dem verwechselt, was erst durch ihre Zersetzung entsteht und weil sie sehr schnell wieder Wasser aus der Luft anziehen, 3. weil ihre Sättigungscapacität schwer zu ermitteln ist, da sie mit andern Körpern entweder gar keine oder so manchfaltige Verbindungen bilden, daß man nicht weiß, welche die neutrale ist.

Man kann sie in 2 Gruppen eintheilen: 1. die eiweißartigen Stoffe oder Proteïnverbindungen, 2. die Abkömmlingssubstanzen derselben.

Die eiweißartigen Stoffe oder Proteïnkörper.

Sie haben ihren Namen von **Protein,** einem gemeinschaftlichen Radical (wegen seiner Wichtigkeit von proteuo ich bin der Erste), $C_{36}H_{25}N_4O_{10}$, welches man früher darin angenommen hat, dessen Oxyde und Hydrate mit Sulfamid, H_2N, S und Phosphamid, H_2N, P (Amid s. S. 223) den Thierfaserstoff oder das Thierfibrin, den Kleber oder das Pflanzenfibrin, den Thierkäsestoff oder das Casein, den Pflanzenkäsestoff oder das Legumin, den Eiweißstoff oder das Albumin und die Diastase bilden. Die gebräuchlichsten Namen derselben sind: Fibrin, Kleber, Käsestoff, Legumin, Eiweißstoff und Diastase. Ihre gemeinschaftlichen Reactionen sind: 1. Sie werden aus der essigsauren Lösung durch Blutlaugensalz gefällt, 2. durch concentrirte Salzsäure bei gelinder Wärme und Luftzutritt blau, 3. durch conc. Salpetersäure beim Erhitzen citrongelb gefärbt.

Thierfaserstoff.

Der Thierfaserstoff oder das Fibrin, $6(C_{36}H_{25}N_4O_{11}, 2HO) + H_2NS + H_2NP$ ist in feuchtem Zustand eine weiche geschmack- und geruchlose, faserige Masse, elastisch, von schmutzig weißer Farbe. In trocknem Zustand ist er halb durchscheinend, gelblich, hornartig und zusammenhängend. Er findet sich nur im Blut aufgelöst, so lange dieses unter dem Einflusse der Lebenskraft steht, und gerinnt, sobald das Blut aus dem Organismus tritt, oder das Leben aufhört, besonders durch Luftzutritt und Schütteln. Durch die Lösungen von Kohlensäure und alkalischen Salzen wird die Gerinnung verzögert und, wenn sie concentrirt sind, ganz verhindert. Nach dem Gerinnen löst er sich nicht mehr in Wasser, wohl aber in conc. Essigsäure, Alkalien und Salpeterauflösung. Durch Kochen mit Wasser schrumpft er ein und löst sich dann nicht mehr in Salpeterauflösung. Durch längeres Kochen löst sich etwas davon auf, was beim Verdunsten eine gelbliche durchscheinende Masse zurückläßt, die nicht gelatinirt. In feuchtem Zustande geht es leicht in Fäulniß über.

Das Blut. In löslichem Zustande findet sich das Fibrin im Blut.

Das **Blut** ist der Hauptsache nach eine Auflösung von Eiweißstoff, welche außer der kleinen Menge des Fibrins auch etwas Extractivstoff und mehrere Salze von Chlor, Schwefelsäure und Phosphorsäure an Natron gebunden nebst wenigem Kali, Kalk und Magnesia enthält. Diese Auflösung oder das **Blutwasser** hat eine gelbliche oder grünliche Farbe, ist aber gefärbt und getrübt durch rothe mit einer zähen Flüssigkeit gefüllte Bläschen oder die **Blutkügelchen.** Die Blutkügelchen enthalten hauptsächlich Wasser, eine eiweißartige Substanz oder **Globulin** und Blutroth oder Hämatin, nebst etwas Fett, Extractivstoff, Eisenoxyd und ähnlichen Salzen wie das Blutwasser.

Aus der Ader gelassen, erstarrt das Blut zur gallertigen Masse, dem **Blutkuchen**, indem das Fibrin gerinnt und die Blutkügelchen mit einschließt. Bald zieht es sich jedoch mehr zusammen und scheidet das Blutwasser als eine klare Flüssigkeit ab. Rührt man das Blut sogleich nach dem Ausfließen aus der Ader, so gerinnt das Fibrin für sich und das Gerinnsel setzt sich an das Holz an, während das Blut durch das Vertheiltbleiben der Blutkügelchen sein Ansehen behält.

Wegen seines Eiweißgehaltes dient das Blut vorzüglich zur Darstellung von Eiweiß, zum Klären des Zuckers, zu Kitt und in der Türkischrothfärberei, wegen seines Stickstoffgehaltes zur Darstellung von Blutlaugensalz und als wirksamer Dünger.

Das geronnene Fibrin, oder doch eine wenig verschiedene Abart desselben bildet die Faser des Muskelfleisches, der Sehnen, Knochen, Knorpeln und der meisten thierischen Häute. Dagegen besteht die Oberhaut, Haare, Wolle, Federn, Nägel, Hörner, Klauen, Schuppen, Schildpatt und Fischbein vorzugsweise aus **Hornstoff** oder **Keratin**, welches bis auf das Phosphamid, wie das Fibrin (S. 309) zusammengesetzt ist (nämlich $C_{36}H_{25}N_4O_{11}$, $2HO + H_2NS$) und sich ähnlich dem geronnenen Eiweiß verhält.

Das Fleisch. Das **Fleisch** besteht aus Fasern von Fibrin, die bündelweise durch Häute verbunden sind. Letztere sind in größeren Partieen durch Zellgewebe getrennt, worin Fett abgelagert ist. Das Ganze ist mit einem Netze von Nerven und Blutgefäßen durchwebt. Das Fleisch enthält sonach vorzugsweise Fibrin (in der Muskelfaser und im Blute), Eiweißstoff (im Blut und in der Lymphe), leimgebende Substanz (im Zellgewebe, Muskelscheiden, Sehnen, Knorpeln u. s. w.) und über $^3/_4$ seines Gewichtes Wasser nebst Milchsäure, einigen Salzen, Extractivstoff, Fett und Keratin. (Ueber „Fleischbrühe“ vgl. unter Leim).

Das Fleisch gesunder geschlachteter Thiere dient frisch und getrocknet als Nahrungsmittel für Menschen und zur Darstellung des Fleischextracts, das Fleisch gefallener Thiere zur Fütterung von Hunden, Schweinen und Geflügel, als Dungmittel, zur Erzeugung von Berlinerblau und Salmiak.

Die Knochen. Die **Knochen** bestehen aus fast 2 Th. Knochenerde auf 1 Th. organischer Substanz, Knochenknorpel genannt, nebst etwas Fett und Blutgefäßen. Die Knochenerde besteht aus phosphorsaurem nebst etwas ($^1/_{20}$—$^1/_5$) kohlensaurem Kalk. Man erhält die Knochenerde durch das Weißbrennen der Knochen und die leimgebende Substanz durch Ausziehen derselben mit Salzsäure. Beide haben die Form der angewendeten Knochen, die letztere ist in feuchtem Zustande weich, biegsam und von faserigem Gewebe, in trocknem Zustand hart und durchscheinend. Das **Hirschhorn** unterscheidet sich von den Knochen nur durch seine Form, das **Elfenbein** durch dichteres und feineres, rhombisch netzförmiges Gewebe, größere Härte, Elasticität, Weiße und Durchscheinbarkeit.

Man benützt die Knochen wegen ihrer Härte, Zähigkeit, Polirfähigkeit und Indifferenz gegen chemische Einwirkungen zu Kämmen, Knöpfen, Heften und das Elfenbein wegen seines schönen Ansehens und der Größe der Stücke besonders zu Kunstarbeiten, für größere Fassungen und Belege, Blätter für Gemälde, Billardbälle und künstliche Zähne. Die Knochen dienen ferner zur Darstellung des Phosphors, Leims und Knochenfettes, zu Düngerpulver, Beinschwarz und zur Salmiakbereitung.

Die Haare. Die Haare sind röhrenförmige Gebilde aus Hornstoff und enthalten in ihren Höhlungen ein verschieden gefärbtes, von Weingeist und Aether ausziehbares Oel. Von diesem, und bei schwarzen Haaren zugleich von einem Antheil Schwefeleisen hängt ihre Farbe ab. Die meisten Haare sind straff und elastisch. Die steifen Haare heißen **Borsten**; sehr weiche, feine, gekräuselte Haare bilden die **Wolle** (s. S. 284). Die Haare werden namentlich zur Darstellung des Hutfilzes einer chemischen Behandlung unterworfen.

Filzbereitung. Die Filzbereitung beruht darauf, daß man die Haare so enge in einander wirrt, daß sie eine fest zusammenhängende Masse bilden. Die straffen Haare liefern den festesten Filz, aber sie müssen zuvor erweicht werden, wenn sie sich filzen sollen. Dies geschieht durch Befeuchten mit einer sauren Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul oder noch besser blos mit verdünnter Salpetersäure (s. S. 195). Durch das **Fachen** oder Emporschnellen mit einer in einem hölzernen Bogen ausgespannten Darmseite kreuzen sie sich beim Herabfallen in allen möglichen Richtungen. Die lockere Masse wird dann mit den Händen so bearbeitet und hin- und hergeschoben, daß sich die Haare dicht in einander verschlingen.

Vollkommene Dichtigkeit erhält jedoch erst der Filz durch das Walken, indem man ihn unter öfterem Eintauchen in die siedende **Walkbeize** tüchtig mit den Händen und zuletzt mit der Walkbürste bearbeitet. Die Walkbeize besteht aus Wasser mit Zusatz von Weinhefe oder Schwefelsäure. Die verdünnte Schwefelsäure und der Weinstein der Weinhefe bewirken ein so bedeutendes Zusammenschrumpfen der durch die Salpetersäure erweichten Haare, daß das Volum der Masse fast um $^2/_3$ schwindet, ihre Festigkeit dagegen um ebenso viel zunimmt. (Ueber das Färben der Hüte vgl. Schwarz- und Braunfärben).

Die kurzen Pferdehaare werden zwar auch gekräuselt, aber nicht gefilzt, damit sie bei ihrer Benützung zu Polstern eine lockere Masse bilden, welche durch ihre Elasticität die Lockerheit behält. Sie werden nämlich zu Stricken gesponnen und in diesem Zustande durch Kochen erweicht. Beim Erkalten nehmen sie wieder ihre vorige Härte und Elasticität an, behalten aber beim Auseinandernehmen ihre gekrümmte und gekräuselte Stellung bei. Schweineborsten erlangen durch diese Behandlung eine ähnliche Beschaffenheit, besitzen jedoch zu viel Härte. (Das Entschweißen der Wolle s. unter Färberei).

Das Walken des Tuches. Das Wollentuch wird ebenfalls durch das Walken einer Art Verfilzung unterworfen. Die Wollenfasern lassen sich beim Spinnen und Weben vermöge ihrer Elasticität und vielfach gekrümmten Stellung nicht so dicht an einanderfügen wie Leinwand und Baumwolle. Das Gewebe ist locker und unhaltbar. Das Einfetten beim Spinnen erhöht zwar die Geschmeidigkeit, aber eine vollkommene Erweichung durch Beizen, wie beim Hutfilz, ist hier nicht anwendbar, die Haltbarkeit und Geschmeidigkeit der Faser würde durch die Beize geschwächt und ist beim Tuche zu wichtig, weil es bei seinem Gebrauche weit mehr der Dehnung und Biegung unterworfen ist, als der Filz. Man bewirkt daher die nöthige Verdichtung des Gewebes durch das Walken,

oder Schlagen des Tuches mit großen hölzernen Hämmern unter beständigem Umwenden, indem man es dabei so viel als möglich erweicht durch Wasser, Seife und gefaulten Urin, welche wie ein Zusatz von Walkererde (S. 123 u. 247) zugleich eine Entfettung bewirken. Dabei werden einzelne Fasern an der Oberfläche der Fäden losgerissen und verfilzen sich mit denen der andern Fäden, wodurch diese gegenseitig in festeren Zusammenhang kommen. An der Oberfläche des Gewebes lockert sich der Filz beim Austrocknen wieder mehr auf und verhüllt die darunterliegenden Fäden.

Die äußere Haut, welche die Körperdecke der Säugethiere bildet, besteht aus 3 Schichten. Diese sind 1. die Oberhaut oder Epidermis, 2. die Lederhaut, 3. das Unterhautzellgewebe.

Die Haut. Die Oberhaut ist die äußerste Schichte und bildet ein dünnes, horniges, blättriges, völlig abgestorbenes Gewebe von geringer Elasticität. Sie besteht hauptsächlich aus Hornstoff, wird von kochendem Wasser nicht verändert und widersteht der Fäulniß hartnäckig. Conc. Schwefelsäure und Alkalien lösen sie auf.

Die Lederhaut ist die mittlere und dickste Schichte, sie bildet die Hauptmasse der Haut, welche beim Gerben das Leder liefert. Sie wird von wellenförmig gebogenen Faserbündeln gebildet, die einander nach verschiedenen Richtungen kreuzen, im Allgemeinen jedoch mit der Oberfläche der Haut parallel laufen, enthält aber auch elastische Fasern, Gefäße, Nerven, Fettdrüsen, und ist der Sitz der Haare, welche darin befestigt sind, umgeben von einer sackförmigen Einsenkung der Oberhaut. Die Lederhaut besteht aus leimgebender Substanz, Fibrin und Wasser nebst etwas Extractivstoff, Fett und Eiweißstoff. Sie wird von kaltem Wasser nicht, wohl aber von kochendem zu Leim aufgelöst. Von Säuren und Alkalien wird sie schon bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst.

Das Unterhautzellgewebe besteht aus formlosem, leimgebendem Gewebe, welches an den meisten Körpertheilen Fett enthaltende Maschen bildet.

Man benützt die Thierhaut zur Darstellung des Leders und die Abfälle bei der Gerberei zur Leimbereitung.

Gerberei.

Die thierischen Häute trocknen in rohem Zustande zu einer harten, zerbrechlichen Substanz ein, welche leicht von Wasser durchdrungen wird und in feuchtem Zustande bald in Fäulniß übergeht. Durch Einweichen in Gerbsäure haltenden Flüssigkeiten, in Alaunauflösung oder durch Behandeln mit Fett oder mit Kalk verbindet sich die thierische Faser mit Gerbsäure, basischem Thonerdesalz, Fett oder Kalk. Die Haut wird dadurch 1. geschmeidig, 2. weniger von Wasser durchdringlich, 3. nicht mehr der Fäulniß unterworfen und heißt dann Leder. Werden dabei die Haare beseitigt, so bildet die Lederbereitung den Gegenstand der Gerberei, werden sie dagegen erhalten, so bildet sie die Kürschnerei.

Die Gerberei zerfällt 1. in die Gerberei mit Lohe oder die Rothgerberei, 2. die Gerberei mit Alaun und Kochsalz oder die Weißgerberei, 3. mit Fett oder die Sämischgerberei und 4. mit Kalk oder die Pergamentgerberei.

Nach der Behandlung der Häute bildet die Kürschnerei einen Zweig der Weißgerberei.

Die Theorie des Gerbeprocesses.

Beim Gerbeprocesse werden chemische Verbindungen (z. B. Thonerdesalz) zersetzt und die gerbende Substanz, wenigstens Gerbsäure und Thran, wird der Haut weder durch indifferente Lösungsmittel, noch durch kräftige chemische Agentien wieder entzogen. Ebenso verhält sich auch die Kohle und andere poröse Körper. Die Haut verändert ferner nicht einmal ihre Form oder ihr Gefüge, und der von der Haut aufgenommene Gerbstoff zeigt noch sein früheres chemisches Verhalten — das lohgahre Leder wird von Eisensalzen geschwärzt. Der Gerbeproceß ist hienach nicht sowohl für eine chemische Verbindung, als vielmehr für eine Wirkung der Adhäsion anzusehen.

Das hornartige Erhärten und die damit verbundene Zerbrechlichkeit der rohen Haut beim Trocknen beruht auf dem Aneinanderkleben der Fasern. Wenn man sie durch Klopfen von einander trennt, so sind sie einzeln wieder biegsam und nicht mehr zerbrechlich. Der Gerbestoff verhindert das Verkleben der Fasern und bewirkt dadurch, daß die Haut nach dem Trocknen geschmeidig bleibt. Bei der Anziehung des Gerbstoffes erleidet die Faser eine Zusammenziehung, welche ihre Fähigkeit, Wasser aufzunehmen vermindert. Sie erschwert ihm daher auch den Durchgang — wird wasserdicht, und die verhinderte Aufnahme der erforderlichen Menge Wasser verhindert zugleich die Fäulniß.

Die Beschaffenheit des Leders ist aber nicht blos verschieden nach der Art der Gerberei, sondern auch nach der Gattung und Lebensart der Thiere.

Das Rindvieh, besonders das wilde der americanischen Steppen (Wildhäute) und nächstdem wieder besonders Ochsen- und Stierhäute liefern das stärkste, festeste und schwerste Leder. Das Ochsenleder dient daher besonders zu Schuhsohlen, Reitsätteln, für die stärksten Theile der Pferdegeschirre und für anderes starkes Riemenzeug, zu Helmen, Patrontaschen, Kappenschilden, Feuereimern, Belederung der Pumpenkolben und anderen Anwendungen, wo Steifigkeit und Dicke in Verbindung mit Elasticität, Zähigkeit und Wasserdichtigkeit verlangt wird. — Kuhleder ist dünner als Ochsenleder, aber nach ihm das stärkste, dient daher, wie das der halbgewachsenen Stiere, für Sattlerarbeiten, welche möglichste Stärke ohne allzu große Dicke verlangen, daher besonders zu Chaisendächern, Spritzleder, zu Treibriemen und gewöhnlichem Riemenwerk. Als Oberleder für starke Schuhe ist es stärker und fester als Kalbleder, aber hart und drückt den Fuß. Die stärksten Kuhhäute liefern Sohlleder. — Kalbhäute sind dünner als Kuhhäute, aber stärker als die Häute der meisten anderen Thiere ähnlicher Größe und verbinden mit großer Zähigkeit einen hohen Grad von Weichheit und Biegsamkeit. Sie liefern daher bei weitem das meiste Oberleder der Fußbekleidung; auch die feineren Büchereinbände und manche Sattlerarbeiten (z. B. Taschen) besserer Qualität sind von Kalbleder. Das Pergament, besonders zu Trommelfellen wird ebenfalls aus Kalbhäuten gefertigt.

Roßleder ist dünner und geringer als Rindsleder und dient wegen seiner Dehnbarkeit besonders zur Verfertigung von Kummeten. — Schweineleder ist noch weit dünner, aber auch viel dehnbarer als Roßleder, weich und von rauher Narbe, das lohgahre dient daher besonders zum Ueberziehen der Reitsättel, weil es einen festen Sitz gewährt und in ungegerbtem Zustand wegen seiner Härte zum Ueberziehen der Koffer. Das alaungahre benützte man früher häufig zu weißen Büchereinbänden, weil es sich besser zum Bedrucken mit blinden (unvergoldeten) Verzierungen eignet als das harte Pergament, ferner zu geringen Riemen. — Die Eselshäute sind fest, werden lohe- und alaungahr gemacht und zu Chagrin und Pergament verwendet. Die weißgahren sind aber die schlechtesten aller alaungahren Lederarten, spröde, hart und schief. — Bock- oder Ziegenhäute sind sehr geschmeidig, dehnbar und stark, dienen daher zu Leder für feine Sattler- und Schuhmacherarbeit, zum Sämischleder, besonders aber zu Saffian. — Schafhäute liefern ein dehnbares, wenig haltbares, eben deshalb aber wohlfeiles Leder. Das lohgare dient daher für geringere Sattlerarbeiten (Koffer, Taschen) und ordinäre Büchereinbände. Das alaungahre ist sehr weich, aber zu vielen Zwecken zu dick, dient daher zu Schuhfutter, feinen Polstern von Sattlerarbeit und zu Ausfütterungen und Unterlagen in den verschiedensten Geschäften, auch zu unächtem oder ordinärem Saffian und geringem Sämischleder. — Lämmer- und junge Ziegenhäute liefern wegen ihrer Weichheit und Geschmeidigkeit Handschuhleder. — Hirsch-, Reh- und besonders Gemsenleder übertreffen noch das Ziegenleder an Geschmeidigkeit, Elasticität und Zähigkeit, dienen daher vorzugsweise zu Sämischleder. — Hundeleder ist dünn, aber zähe, dient lohgahr zu verschiedenen Sattlerarbeiten, alaungahr aber wegen seiner Weichheit und Elasticität besonders zu Handschuhen, aber auch zu Polstern und Ueberzügen von Sattlerarbeit.

Die Gerber unterscheiden 3 Classen von Häuten: 1. Die Häute der größeren und ausgewachsenen Thiere (Pferde und Rinder) oder die eigentlichen **Häute**, 2. die Häute der kleineren und jüngeren Thiere (Kälber, Ziegen, Schafe, Hunde) oder **Felle**, 3. die der kleinsten Thiere (Hasen, Füchse, Marder) oder **Bälge**.

Alle drei Arten kommen theils frisch, **grüne Häute**, theils eingesalzen, theils gesalzen und zugleich getrocknet zur Verarbeitung.

1. Die Rothgerberei.

Die Rothgerberei besteht in der Erzeugung des Leders durch gerbsäurehaltige Rinden, **Lohe** genannt. Das Verfahren ist unter allen Gerbemethoden das zeitraubendste und deshalb, sowie wegen des Gerbematerials, auch ziemlich kostspielig, allein das lohgahre Leder besitzt eine Festigkeit (oder Ausdauer gegen Abnützung), eine Wasserdichtigkeit und Ausdauer gegen Nässe, welche durch keine der anderen Gerbemethoden erreicht werden kann. Es dient daher fast allein zur Fußbekleidung und zu allen Anwendungen, welche mit Reibung und Einwirkung von Nässe verbunden sind, ohne sehr große Dehnbarkeit zu erfordern, wie die meisten Sattlerarbeiten.

Vorbereitung der Häute. Die trocknen Häute werden in Wasser eingeweicht unter Schlagen und Durchtreten mit den Füßen oder durch eine Art Walkmühle. Die frischen Häute werden blos gewaschen, um sie von anhängendem Blut und Schmutz zu reinigen. Sie werden dabei mit einem eigenen Messer auf einer hölzernen oder steinernen Unterlage (Schabebaum) auf der Fleischseite oder **Asseite** geschabt, um sie von Fett und Fleisch zu befreien. Die eingesalzenen Häute werden gleichfalls geschabt, die trockenen aber nicht.

Die Enthaarung. Die Haare sitzen so fest in der Haut, daß sie beim Ausraufen abreißen würden. Beim Abrasiren aber lassen sie die Wurzeln zurück, was sich mit der guten Beschaffenheit und dem Ansehen des Leders nicht verträgt. Erweicht man dagegen die Haut zuvor durch das Kalken oder durch eine beginnende Fäulniß, das Schwitzen, so läßt sich die Oberhaut sammt den Haaren mit ihren Wurzeln durch Abschaben entfernen. Das Oberleder wird gekalkt, weil ihm der Kalk zugleich die nöthige Schwellung ertheilt und weil das Schwitzen der Haltbarkeit schadet, das Sohlleder dagegen durch Schwitzen enthaart, weil der Kalk schwierig zu entfernen ist und dann die Gerbung hindert, und das Schwitzen schneller geht als das Kalken.

im Aescher. Beim Kalken bringt man die Häute anfangs in schwache, schon gebrauchte, dann in immer stärkere Kalkmilch in ausgemauerten Gruben, **Aescher**. Nimmt man sogleich frische Kalkmilch, so greift sie die Lederhaut an und macht sie schwammig. Gebrauchte dagegen hat organische Substanz aufgelöst, welche die Einwirkung des Kalks beschränkt. Zuletzt dagegen ist frische Kalkmilch nicht nur unschädlich, sondern zur vollkommenen Erweichung selbst nothwendig, weil der Kalk um so weniger concentrirt mit der organischen Substanz in Berührung kommt, je mehr sie erweicht oder mit Wasser getränkt ist. Damit der Kalk gleichmäßig einwirkt, rührt man die Flüssigkeit öfter auf und ändert täglich die Lage der Häute. Leichtere Häute, z. B. Schaffelle, lassen schon nach 2—5 Tagen, schwere dagegen erst nach 3—4 Wochen die Haare gehen, **sind gahr**.

mit Pottasche. Schneller wirkend, aber auch mehr angreifend ist eine Flüssigkeit aus Holzasche und Kalk, wodurch man eine verdünnte Aetzlauge erhält.

mit Gaskalk. Eine Auflösung des Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium, welche man als Nebenproduct in den Gasanstalten erhält (S. 108), erweicht die Haare schon in ½ Stunde hinreichend, ohne dabei wie Kalk oder Kali chemisch auf die Haut zu wirken. Sie wird daher weniger spröde und nimmt mehr Gerbsäure auf als nach dem Kalken. Die Einwirkung darf aber nicht zu lange dauern, sonst reißen die Haare beim Ausziehen ab und lassen die Wurzeln zurück.

durch Anschwöden. Schaffelle, deren Wolle zum Verkaufe brauchbar bleiben soll, werden enthaart (**geschwödet**), indem man nur die Fleischseite mit Kalk bestreicht und die Felle auf einander gepackt liegen läßt, bis die Wolle losläßt.

Der Kalk, welcher stets in der Haut zurückbleibt, macht sie hart und spröde und verhindert die Aufnahme der Gerbsäure. Man sucht sie daher möglichst davon zu befreien durch die Anwendung von Säuren, womit man zugleich das Schwellen bewirkt. Durch Behandlung der Haut mit concentrirter Zuckerauflösung (Melasse) soll dieser Zweck so vollständig erreicht werden[1], daß man dadurch beträchtlich an Zeit und Gerbmaterial spart. Der Kalk bildet mit einer beträchtlichen Menge Gerbsäure eine unelastische Verbindung, verhindert das Eindringen der Gerbsäure, macht das Leder spröde und ertheilt ihm durch seine Einwirkung auf die Gerbsäure eine dunkle Farbe.

durch Schwitzen,

Da der Kalk aus dicken Häuten so schwierig wieder zu entfernen ist, so bewirkt man die Enthaarung des Sohl- oder Pfundleders in der Regel durch das **Schwitzen**, einen beginnenden Fäulnißproceß, den man durch Zusatz von Chlornatrium beschränkt, um das sogenannte **Verbrennen** oder eine zu stark entwickelte Fäulniß zu verhüten. Man reibt das Salz in die Fleisch- oder Aasseite der Haut ein, weil diese zuerst in Fäulniß übergeht, während diese mehr auf die Haar- oder Narbenseite wirken sollte. Die Häute werden so auf einander geschichtet, daß immer 2 Fleisch- und 2 Haarseiten auf einander liegen. Die bei der Fäulniß entwickelte Wärme häuft sich in der dicht geschichteten Masse an und beschleunigt den Proceß. Noch mehr geschieht dies in geheizten Räumen, wo er statt 8—12 Tage, nur 24—30 Stunden dauert.

durch das kalte Schwitzverfahren,

Bei der americanischen Enthaarung wird das Schwitzen in Cisternen bewirkt, welche gegen die äußere Temperatur wohl verwahrt sind, während die innere durch herabträufelndes Wasser möglichst kühl und feucht erhalten wird. Luft und Wasser werden durch eine bis nicht ganz auf den Boden reichende Windröhre erneut. Die Häute sind so aufgehängt, daß sie einander nicht berühren. Es wird dadurch alle Fäulniß vermieden und die Enthaarung durch bloses Erweichen bewirkt.

mit Säuren.

Das Enthaaren ist auch mit Säuren versucht worden. Man hat Schwefelsäure, saure Milch, Holzessig, sauer gewordene Gersten- und Roggenauszüge, sauer gewordene Lohbrühe u. dgl. dazu angewendet. Jetzt dienen sie nur noch zum Schwellen nach dem Kalken.

Nachdem die Häute durch Kalken oder Schwitzen gahr geworden, müssen die Haare mit der Oberhaut durch Streichen mit dem stumpfen Schab- oder Streicheisen auf dem Schabebaum entfernt, **abgepählt** werden; hierauf werden die Häute gewässert, mit einem scharfen Messer, dem **Putzmesser** von den Fleischtheilen befreit, heißen nun **Blößen** und sind zum Schwellen fertig.

Das Schwellen.

Sowohl Säuren als Alkalien verwandeln das leimgebende Gewebe der Haut schon bei gewöhnlicher Temperatur in Leim. Der wirklichen Auflösung der Haut geht ein Zustand der Auflockerung oder Anschwellung voraus, in welchem sie eine durchscheinende, gallertige Masse bildet und die Gerbsäure weit leichter aufnimmt. Obgleich schon zur Enthaarung eine Art von Schwellen bewirkt wird, kann doch das eigentliche Schwellen erst auf die Enthaarung selbst folgen, weil der lockere Zustand der geschwellten Haut nicht zur mechanischen Bearbeitung geeignet wäre. Stärkere Säuren, wie Schwefelsäure, haben sich nicht zum Schwellen bewährt, weil sie auch noch bei 1000facher Verdünnung die Haut zu stark angreifen. Am besten eignen sich

1) Der Erfolg scheint von einem Ueberschusse des Zuckers abhängig zu sein, da thierische Haut sonst einer Zuckerkalklösung selbst Kalk entzieht.

milchsäurehaltige Flüssigkeiten dazu. Die gewöhnlichsten Schwellbeizen, **Treibfarben,** sind daher Gerstenschrot oder Kleie mit Sauerteig und warmem Wasser (20° R.) oder die **weiße Beize** und saure Lohbrühe oder die **rothe Beize.**

Wendet man dagegen zuerst die gewöhnlichen Treibfarben an und dann mit Mineralsäure (wegen der milderen Wirkung und Billigkeit z. B. Salzsäure) versetzte Treibfarbe, so erzielt man die vollkommenste Schwellung ohne Benachtheiligung der Geschmeidigkeit.

Geschwellte Häute liefern ein hartes, festes, besonders der Abnützung gut widerstehendes Leder, ungeschwellte dagegen ein mehr dehnbares und geschmeidiges. Man schwellt daher in der Regel nur die stärksten Rindhäute und zwar zu den Anwendungen, die mehr Steifigkeit und Wasserdichtigkeit erfordern, wie Schuhsohlen, Kappenschilde, Sättel, Feuereimer, Pumpenkolben, während man das zu Schuhoberleder, Sattler- und anderen Arbeiten bestimmte Kalbleder, sowie auch das für starkes Riemenwerk (Wagenstränge, Hängeriemen) bestimmte Ochsenleder gewöhnlich nicht schwellt, damit sie biegsam und geschmeidig bleiben. Das nicht geschwellte heißt **Oberleder, Schmal-** oder **Fahlleder.**

Das Gerben.

Das eigentliche Gerben besteht in der Verbindung der Thierfaser mit Gerbsäure, indem man die Haut längere Zeit mit dem mit Wasser bereiteten Auszuge eines gerbsäurehaltigen Pflanzenstoffes, **Lohe,** oder mit der Lohebrühe in Berührung bringt.

Die Gerbmaterialien und die Farbe des Leders.

Die billigste und zugleich vorzüglichste Lohe ist die Eichenrinde, weil ihr Auszug nicht so viel andere Stoffe wie der der übrigen Gerbematerialien enthält, sie giebt die bekannte braungelbe Lederfarbe. Von der Eichenrinde ist es die glatte, glänzende Rinde junger Eichen, **Spiegelrinde,** welche mehr Gerbsäure und weniger Extractivstoff enthält als die schon geborstene Rinde alter Stämme, und auch ein weit blasseres Leder liefert als letztere. — Sumach dient mehr für leichtere und feinere Ledersorten und giebt eine helle Färbung. — Divi-Divi wird zum Gerben verwendet, weil ein bedeutender Schleimgehalt seine Benützung in der Färberei verhindert, es liefert ein dunkel braunrothes Leder. Ein Aufguß davon dient zum absichtlichen Hervorbringen der hellgelben Färbung oder Blume des Leders. — Die Valonia soll härteres, vom Wasser weniger durchdringliches Leder liefern als die Eichenrinde und dabei so schwer, daß sie für das billigste Gerbmaterial nach dem Catechu angesehen wird. — Der Catechu gerbt außerordentlich schnell, liefert aber ein schwammiges, leichtes, dunkles Leder und kaum Spuren einer Ausscheidung jener Blume wie Eichenrinde, Valonia und Divi-Divi. — Die Lerchenbaumrinde war früher mehr in Gebrauch. Sie enthält Harz, viel Schleim, und liefert geringes Leder. — Auch die Weidenrinde wird jetzt wenig mehr gebraucht, sie giebt eine helle Farbe und dient zum dänischen Handschuh- und zum Justenleder. — Das hellste Leder liefern die Galläpfel, reine Galläpfelgerbsäure fast weißes.

Obgleich die Qualität des Leders nicht von der Farbe abhängt, so verlangen die Käufer doch eine gleichförmige, hell bräunlichgelbe Farbe. Die Gerbmaterialien enthalten entweder ursprünglich einen dunkelrothbraunen Farbstoff, oder bilden einen solchen durch Einwirkung der Luft. Obgleich daher der Catechu das billigste Material wäre, so findet er doch wenig Anwendung wegen seiner Farbe. Alte Lohe (Lohe von Stämmen) macht das Leder braun, Buschlohe dagegen hell. Man hält die Lohegruben bedeckt, um den Luftzutritt möglichst zu hindern, weil auch hiedurch die Farbe sich verdunkelt. Ebenso bewirkt die Enthaarung durch Kalken eine weit dunklere Färbung des Leders als das Schwitzen.

Aräometrische Bestimmung der Gerbsäure.

Zur Prüfung des Gerbstoffgehaltes hat man außer dem Geschmack gewöhnlich eine Art Sacharometer (S. 11). Dieses ist aber nur für die Stärke von Auszügen aus einer und derselben Rinde anwendbar, nicht aber zur Vergleichung verschiedener Gerbmaterialien, weil das specif. Gewicht nicht blos durch die Gerbsäure vermehrt wird, sondern auch durch den Farbstoff, welcher meistens eine unwillkommene Mitgabe für den Gerber ist. Doch wird die Anwendbarkeit des Aräometers allgemein, wenn man zuerst das specif. Gewicht der rohen Flüssigkeit damit bestimmt, dann die Gerbsäure durch thierische Haut aus der Flüssigkeit entfernt und abermals das specif. Gewicht derselben sucht. Die Differenz ergiebt das specif. Gewicht, welches die Gerbsäure für sich der Lösung ertheilt, und die Gerbsäureprocente entsprechen folgenden specifischen Gewichten:

Proc.	Spec. Gewicht bei 12° R.
1	1,0040
2	1,0080
3	1,0120
4	1,0160
5	1,0201
6	1,0242
7	1,0283
8	1,0325
9	1,0367
10	1,0409

Bestimmung durch Leim.

Eine andere Probe, welche mehr bei den Chemikern, als Praktikern gebräuchlich ist, besteht in der Fällung der Gerbsäure durch Leimauflösung. Zur vollständigen Fällung ist jedoch immer ein Zusatz von Alaun nöthig. 1 Quint reiner Tischlerleim nebst 15 Gran Alaun in 8 Loth Wasser fällen 5

Gran Gerbsäure. Da aber die verschiedenen Arten der Gerbsäure in verschiedenen Gerbmaterialien nicht gleiche Mengen Niederschlag mit Leim liefern, so ist auch diese Probe nicht für gemengte Materialien brauchbar.

Volumetrische Bestimmung oder Titrirung der Gerbsäure.

Löst man 2,611 Gramm bei 80° R. getrockneten Brechweinstein in 1 Liter Wasser, so fällt jeder Cubikcentimeter dieser Lösung 0,005 Gramm Gerbsäure. Die Fällung erfolgt jedoch nur, wenn man die Brechweinsteinlösung mit Salmiak versetzt.

Bestimmung durch Gerben.

Die einfachste und sicherste Methode ist, einen kleinen, dünnen, gehörig vorbereiteten *Hautabfall* mit der *Gerbebrühe* so lange zu *digeriren*, bis alle Gerbsäure absorbirt ist. Man wäscht ihn hierauf ab, trocknet und wiegt ihn. Der Versuch ist in wenig Stunden beendet.

Die Ausbeute der Haut an Leder.

Wenn sich alles leimgebende Gewebe einer Haut mit der Gerbsäure verbinden könnte, so würden 100 Theile Haut 170 bis 180 Th. Leder geben. Da sie aber durch das Kalken einen Verlust erleidet, so wechselt die Gewichtzunahme je nach der Stärke des Kalkens, nach der Stärke der Gerberbrühe und der Art des Gerbmaterials, geht aber selten über 50 Pfd auf 100 Pfd. vollkommen trockner Haut; noch viel weniger bei vorgeschrittener Fäulniß bei der Enthaarung, dagegen mehr (50 — 80%) bei der americanischen Methode.

Das Gerbverfahren.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, entweder durch das **Einsetzen**, d. h., das abwechselnde Schichten der Häute mit Lohe, oder durch die **Schnellgerberei**, nämlich die Anwendung von Loheauszügen mit Wasser.

Das Versetzen oder Einsetzen.

Sind die Häute gehörig aufgetrieben, was man besonders aus der Elasticität beurtheilen kann, so kommen sie einen oder zwei Tage in die **Farbe**, eine schwache Brühe aus frischer Lohe, worin sie eine röthlich gelbe Farbe annehmen.

Hierauf schichtet man die Häute mit der schwach befeuchteten Lohe in Gruben, die man nachher mit Wasser füllt. Nachdem der erste Satz 2 — 3 Monate gestanden, schichtet man die Häute von Neuem, aber mit etwa $1/3$ weniger Lohe und bringt sie nach 3—4 Monaten vom zweiten in den dritten noch weniger Lohe enthaltenden Satz, wo sie 4 — 5 Monate bleiben; sehr starke Häute kommen bisweilen noch in einen vierten und fünften Satz, so daß sie bis zu 2 und 3 Jahren in der Lohegrube bleiben. Für Kuhhäute genügt 1 Jahr, für Kalbhäute 4—6 Monate.

Im ersten Satze dürfen die Häute nicht so lange bleiben, bis sie keinen Gerbstoff mehr zur Aufnahme vorfinden. Das Innere der Haut ist noch ungegerbt und kann sich daher zersetzen wie frische Haut, in der Flüssigkeit aber entsteht Milchsäure, dadurch wird das Leder nicht blos locker und wollig, sondern auch brüchig, da sich die Faser theilweise durch die Säure in Leim verwandelt, der mit dem Gerbstoff eine nach dem Trocknen spröde Verbindung bildet. In den späteren Sätzen hat man hievon wenig zu fürchten.

Die Schnellgerberei.

Bei der *Schnellgerberei* behandelt man die Häute zuerst mit schwächerer, dann mit immer stärkerer Lohbrühe, indem man vor jeder Anwendung neuer Flüssigkeit die erschöpfte Brühe durch Abtropfen oder Auspressen aus der Haut entfernt. Wollte man sogleich mit starker Brühe beginnen, so würde die Gerbsäure vermöge ihrer zusammenziehenden Wirkung auf thierische Gebilde das Gewebe der Haut so verdichten, daß diese dadurch zur Aufnahme der Gerbsäure unfähig wird.

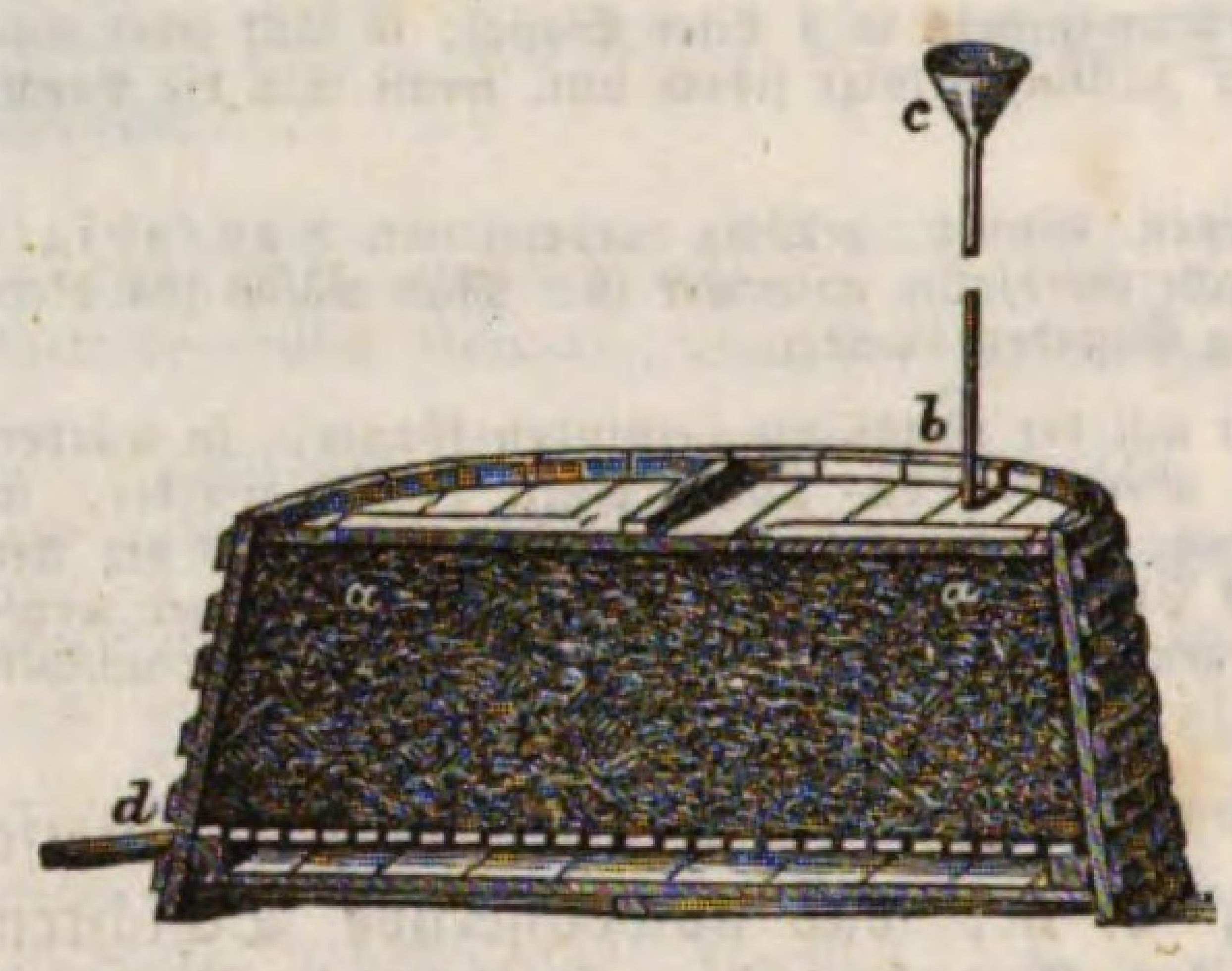
Während das Versetzen Jahre erfordert, bewirkt die Schnellgerberei bei schweren Häuten in 11—12, bei leichteren in 7—8 Wochen die Gahre.

Die Bereitung der Lohebrühe.

Die gewöhnliche, aber nicht zweckmäßige Darstellung der Lohauszüge besteht darin, daß man die Lohe sogleich in der Gerbkufe 2—3 Tage mit Wasser weichen läßt. Besser bringt man die Lohe auf einen Siebboden und läßt das Wasser durchlaufen. Am besten aber bedient man sich einer Vorrichtung nach dem Princip der Verdrängungsmethode (S. 249), oder der Real'schen Presse.

Darstellung der Lohebrühe mit der Real'schen Presse.

213.



Man trägt die zuvor angefeuchtete Lohe durch die Klappen a a zwischen 2 Packtücher auf den durchlöcherten Boden eines nach oben verjüngten hölzernen Bottichs, der stark genug ist, dem anzuwendenden Drucke zu widerstehen, und allenthalben wasserdicht. Die Klappen haben schräge Ränder. Ihr fester Schluß wird also noch durch den Druck vermehrt. Unter dem Deckel mündet das Druckrohr b c aus. Man gießt Wasser auf und hält seinen Stand durch Nachgießen auf der Höhe, die dem gewünschten Druck entspricht. Hat z. B. der Bottich unter dem Deckel 2 Meter Durchmesser und steht das Wasser im Druckrohr 6 Meter hoch, so entspricht der Druck auf der Oberfläche der Lohe dem Gewicht einer Säule von $3{,}14 \times 6 = 18{,}84$ Cubikmeter Wasser oder 37680 Pfund. Ein stärkerer Druck, als daß die Flüssigkeit eben gut abfließt, ist nicht zweckmäßig. Die durchfiltrirte Brühe sammelt sich zwischen den beiden Böden und lauft durch das Rohr d ab.

Verschiedene Verbesserungen dieses Verfahrens, z. B. indem man die Brühe durch Druck- oder Saugpumpen durch die Haut preßt, haben keinen dem Mehraufwand an Kosten entsprechenden Erfolg gehabt.

Proceß beim Gerben mit Lohe

Wenn zwei Flüssigkeiten von ungleicher Dichtigkeit wie Wasser und Lohebrühe durch eine poröse Scheidewand wie die Haut mit einander in Berührung stehen, so tritt durch die Scheidewand so viel von der dünneren zur dichteren und umgekehrt von der dichteren zur dünneren Flüssigkeit (Exosmose und Endosmose), bis die Dichtigkeit in beiden Flüssigkeiten gleich ist. Da nun die Haut von Wasser durchdrungen ist, so sucht sich die Dichtigkeit zwischen diesem und der Lohebrühe dadurch auszugleichen, daß das Wasser der Haut in die Lohebrühe und diese dafür in die Haut übergeht. Da jedoch letztere sogleich wieder ihre Gerbsäure an die Faser abgiebt und daher wieder zu blosem Wasser wird, so wiederholt sich der Austausch beider Flüssigkeiten so lange, als die Faser noch Gerbsäure aufzunehmen vermag. Bei der Schnellgerberei kommt die Haut sogleich mit fertiger Lohbrühe in Berührung, beim Versetzen aber mit Wasser, bevor es die Lohe hat ausziehen können. Sobald es daher der Lohe die kleinste Menge Gerbsäure entzieht, giebt es dieselbe auch sogleich wieder an die Haut ab. Die Haut muß daher beim Versetzen mit einer mehr verdünnten Gerbsäurelösung in Berührung stehen als beim Schnellgerben. Dadurch erhält sich die durch das Schwellen bewirkte Auflockerung des Gewebes besser und die Haut wird bis zum innersten Kern ebenso vollständig von Gerbsäure durchdrungen als nach außen. Das Versetzen gestattet sonach eine reichlichere Aufnahme von Gerbsäure als die Schnellgerberei, während die letztere durch Umrühren die Haut stets mit gesättigter Brühe in Berührung erhält, was die Aufnahme beschleunigt, aber durch die verdichtende Wirkung der Gerbsäure die vollkommene Sättigung der Haut mit Gerbsäure hindert. Durch den geringen Unterschied in der Dichtigkeit der zwei Flüssigkeiten muß das Gerben beim Einsetzen sehr langsam und durch den großen Unterschied beim Schnellgerben sehr schnell erfolgen.

Beim Einsetzen geht die aus der Lohe gezogene Gerbsäure sogleich in die Haut über; bei der Schnellgerberei bleibt der Loheauszug länger mit der

Luft in Berührung und bräunt sich durch Oxydation. Noch mehr aber bräunt der Kalk der Häute. Eingesetzte Häute haben daher eine blassere Farbe als schnell gegerbte.

Die **Vorzüge** der **Schnellgerberei** vor dem älteren Verfahren oder Einsetzen sind demnach: Ersparniß an Zeit, Arbeit, Raum und Lohe, sie gestattet einen ununterbrochenen Fortgang in allen Jahreszeiten. Das Leder wird daher billiger, gleichförmiger und auf beiden Seiten von gleicher Farbe. Vorzüge der Schnellgerberei

Dagegen wird beim **Versetzen** der vom Wasser ausgezogene Gerbstoff so schnell auf die Haut übertragen, daß er der zersetzenden Einwirkung der Luft und der Zeit vollkommen entgeht. Die Schnellgerberei liefert weiches, geschmeidiges, dunkelfarbiges, das Versetzen dagegen hartes, festes, hellfarbiges Leder. Ersteres Verfahren dient deshalb für Schmal-, letzteres für Sohlleder. und des Versetzens.

Auf das Gerben folgt die **Zurichtung** des Leders oder der Inbegriff jener Nacharbeiten, welche theils ein dichteres Gefüge, theils ein besseres Ansehen der Fleisch- und Narbenseite, theils eine gleichförmige Dicke, theils eine erhöhte, gleichmäßige und dauernde Geschmeidigkeit zum Zwecke haben. Das Sohlleder wird blos durch Abkehren von der Lohe gereinigt und nach dem Trocknen gehämmert, aber das Schmalleder wird **gefalzt**, d. h. man schabt die Fleischtheile mit dem Falzmesser weg. Nach dem Falzen folgt das **Krispeln**: man schlägt das Leder auf einem Tisch zusammen, so daß zwei Narbenseiten auf einander liegen; nun fährt man mit dem Krispelholz darauf hin und her, so daß die Falte von Stelle zu Stelle fortgeschoben und zugleich zusammengedrückt wird. Durch das Drücken der Falte entwickelt sich die Narbe. Das Krispelholz ist gekerbt, damit es das Leder mitnimmt. Nach dem Krispeln folgt das **Schlichten**, mit dem **Schlichtmond**, einer scharfgeschliffenen, schwach vertieften Scheibe, in der Mitte mit einem Loch zum Durchstecken der Hand. Der Schlichtmond schabt alle Erhöhungen weg, welche das Falzmesser gelassen. Durch das **Aussetzen** werden Falten und ungleiche Zusammenziehungen mittelst Ausstreichen auf einer Tafel beseitigt. Nach dem Schlichten und Aussetzen folgt das Krispeln mit dem Pantoffelholz (das **Pantoffeln**), weil das Krispelholz die glatte Fläche nicht mehr mitnimmt. Statt des Krispeln wird die Narbenseite zuweilen mit einer Glaskugel oder einem Glascylinder geplättet (das **Blankstoßen**). Manche Ledersorten erhalten eine **künstliche Narbe**, andere werden **gespalten**. Das Schmalleder erhält erst den höchsten Grad von Geschmeidigkeit durch das **Einfetten** oder Einlassen mit Fett (Fischthran mit etwa $^1/_3$ Talg). Das Schuhoberleder wird durch Bürsten mit einer Eisenauflösung **geschwärzt**. Das Schwärzen folgt deshalb nach dem Einfetten, damit die Schwärze nicht durchdringt. Das Zurichten.

Besondere Arten des lohgahren Leders sind das dänische Leder, das Juftenleder, der Saffian und Corduan.

Das **dänische Leder** wird aus Ziegen-, Lämmer- und Rennthierfellen mit Weidenrinde hergestellt, zeichnet sich aus durch ungewöhnliche Geschmeidigkeit, lichte Farbe und angenehmen Weidengeruch. Es dient vorzüglich zu Handschuhen. Dänisches Leder.

Das **Juften**, unrichtig Juchtenleder genannt, wird aus Roß-, Rind-, Kalb- und Ziegenhäuten mit Weidenrinde dargestellt. Man tränkt die Häute nachher mit Alaunwasser, näht je zwei zu Säcken zusammen (daher der Name vom russischen Juft, Mehrzahl Jufti, ein Paar), die man mit Abkochung von Sandelholz füllt, und schmiert sie dann mit einer Mischung von Thran und $^1/_3$—$^2/_3$ Birkenther ein, dem das Leder seinen Geruch verdankt. Es dient Juftenleder.

wegen seiner Stärke, Geschmeidigkeit und Wasserdichtigkeit zu Stiefeln; durch seinen Geruch vertreibt es Insecten und dient daher zu manchen Riemerarbeiten und Büchereinbänden.

Saffian. **Saffian** oder **Maroquin** (Maroccoleder) ist lohgahres, auf der Narbenseite gefärbtes Ziegenleder. Seine Darstellung zeichnet sich besonders dadurch aus, daß man bei allen Operationen die zu erzielende gleichmäßige Färbung zu berücksichtigen hat.

Ein Haupterforderniß ist daher eine vollständige Entfettung durch reichliche Anwendung des Kalks und sorgfältige Behandlung. Hierauf werden die Häute 3mal gewalkt und jedesmal dazwischen geschabt. Der Rest des Kalks wird durch eine Sauerbeize aus Sauerteig oder Kleie ausgezogen. Die für die rothe Farbe bestimmten Häute kommen aus dem Aescher in ein Bad von Hundekoth, die Milchsäure desselben zieht die letzten Reste des Kalks aus und sein Schleimgehalt scheint sich mit der Faser zu verbinden. Die Häute nehmen dadurch die Weichheit und Dünne wieder an, die sie im Kalk verloren. Hierauf bringt man sie in eine Kleienbeize, wo sie wieder schwellen. Die geschwellten Häute knetet man hierauf mit Feigenabsud oder Honigwasser und schichtet sie dann in einem trocknen Bottich, worin sie 3 Tage lang gähren. Die Kohlensäureentwicklung bei der Gährung lockert das Gewebe, um die Aufnahme des Farbstoffes zu erleichtern. Hierauf kommen sie 5—6 Tage in Salzwasser. Das Kochsalz soll einen Uebergriff der Gährung beim Auslaugen verhüten und zugleich die Färbung beschleunigen, weil sich Flüssigkeiten von sehr verschiedener Dichtigkeit rascher mischen als solche von wenig verschiedener.

Um möglichst hellfarbiges Leder zu erhalten, gerbt man mit Schmack oder Galläpfeln, geringe Sorten mit Weidenrinde. Das feinste Roth wird vor — die übrigen Farben nach dem Gerben gefärbt, auf ähnliche Weise und mit denselben Farben wie die Wolle, und zwar aus dem Trog; nur bei Schwarz, und für unächten Saffian bei allen Farben mit der Bürste.

Das Cochenilleroth wird nur von ungegerbtem Leder in solcher Menge aufgenommen, daß es eine schöne Färbung liefert. Sättigt man jedoch die Haut zuvor mit schwefelsaurem Blei, indem man sie mit Bleizuckerlösung tränkt und dann durch Schwefelsäure nimmt, so kann man alsdann nach dem Gerben färben und braucht weit weniger Farbstoff und keine weitere Beize. Man färbt mit Cochenilleauszug, nimmt durch Schwefelsäure und färbt nochmals. Für Hochroth trägt man eine Abkochung von Saffran in Wasser mit einem Schwamm auf, weil er stärkere Auszüge liefert als andere Farbstoffe. Beim Färben durch Eintauchen hätte man die Stärke der gelben Färbung zu wenig in seiner Gewalt. Bei Fernambuk wird dieses Verfahren nicht angewendet, weil es ohnedies kein reines Roth liefert.

Auf das Trocknen folgt die **Appretur.** Sie besteht 1. im Einreiben von etwas Oel, 2. im **Glänzen** mit geschliffenen Glasrollen, 3. im **Plattiren** oder Narben mit gekerbten Rollen, 4. im **Krispeln.**

Schaffelle sind vorzüglich wegen ihrer Dicke nicht zu Saffian geeignet, man spaltet sie daher, verarbeitet die Narbenseite zu Saffian und die Fleischseite zu Sämischleder.

Der ächte Saffian aus Ziegenfell zeichnet sich durch Feinheit des Ansehens und Dauerhaftigkeit aus. Der Schafledersaffian steht ihm hierin weit nach und heißt deswegen **unächter** oder **ordinärer Saffian.** Der für Buchbinder- und Etuiarbeiten bestimmte muß möglichst dünn sein und wird daher auf der Fleischseite beschnitten, der für Sattler und Schuhmacher soll besonders geschmeidig sein.

Corduan. Der **Corduan** (v. Cordova in Spanien) unterscheidet sich vom Saffian nur dadurch, daß man starke Häute dazu nimmt, und ihnen die natürliche Narbe läßt, oder blos krispelt, während Saffian plattirt oder künstlich genarbt ist.

2. Die Alaun= oder Weißgerberei.

Proceß bei der Alaungerberei.

Die Weißgerberei bedient sich statt der Lohe des Alauns mit Kochsalz als Gerbmaterial. Der Alaun gerbt die Haut schon für sich und macht das Leder weiß, aber hart und steif. Das Kochsalz für sich gerbt nicht, macht aber das Leder weich und biegsam durch seine hygroskopische Wirkung. Ganz dieselbe Wirkung hat es auf den Leim, der mit Kochsalz nicht austrocknet.

Die Gerbbrühe verschlechtert sich durch den Gebrauch, wenn man auch frischen Alaun zusetzt. Der Alaun verbindet sich daher nicht als solcher, sondern wahrscheinlich als basisches Salz mit dem Fibrin. Die Gerbung ist jedoch kein chemischer Proceß, sondern nur eine Wirkung der Adhäsion, denn das Leder verliert die Gerbung schon durch bloses Wasser.

Wenn man Alaunlösung mit Kochsalz versetzt, so entsteht weder kalt, noch warm eine Einwirkung. Leimlösung wird weder von Alaun, noch von Kochsalz einzeln gefällt, wohl aber von beiden zusammen. Es scheint also, daß das Kochsalz auch beim Gerbproceß selbst mitwirkt, indem es die Adhäsion des Alauns zum Wasser schwächt und eben dadurch die zum Fibrin erhöht.

Durch zu viel Kochsalz wird das Leder zu weich und trocknet nicht; durch zu wenig wird es hart. Die meisten Vorschriften haben 1 Th. Kochsalz auf 3 Th. Alaun (37% trocknes Kochsalz oder 3 Aeq. Kochsalz auf 1 Aeq. Alaun reichen zur vollkommnen Zersetzung des Alauns hin). Einige nehmen 19 bis hinauf zu 133% Kochsalz. Statt des Alauns, wendet man jetzt häufig holzessigsaure Thonerde an, welche hygroskopisch ist und die organische Faser weniger angreift.

Der Alaun ist ein billigeres Gerbmaterial als die gerbsäurehaltigen Substanzen. Das alaungahre Leder ist aber nicht blos wohlfeiler, sondern auch vollkommen weiß, weicher, geschmeidiger und zäher als das lohgahre und widersteht dem Insectenfraß weit besser. Dagegen ist es weniger fest, allzu dehnbar, sehr hygroskopisch wird von Wasser leicht durchnäßt und nach der Durchnässung hart, weil es allmälig seine Gerbung verliert[1]) und deßhalb auch mit kochendem Wasser Leim bildet, was das lohgahre Leder nicht thut. Es steht daher dem lohgahren in der Dauerhaftigkeit gegen Abnützung und Witterungseinflüsse weit nach.

Man verwendet dazu Kuh=, Roß=, Hirsch=, Reh=, Kalb= und Ziegen=, am meisten aber Schafhäute, weil sie die beiden Hauptvorzüge des alaungahren Leders, die Weichheit und Billigkeit schon an sich besitzen. Die stärkeren Häute kommen hauptsächlich der Billigkeit und Zähigkeit wegen zu dieser Bearbeitung und werden vorzüglich verarbeitet zu Riemen für geringeres Zugviehgeschirr[2]), Peitschenschnüre, zu Tragbändern, dagegen nicht zu Treibriemen für Maschinen, weil es zu dehnbar ist[3]). Das Schafleder dient wegen seiner Weichheit, Biegsamkeit und weißen Farbe und weil es nicht wie das

---

1) Andere Salze, besonders von der Thonerde isomorphen Oxyden, wie Eisenoxyd und Chromoxyd, liefern ein dem alaungahren ähnliches, aber gefärbtes Leder, welches durch Auswaschen mit Wasser nicht verändert wird.

2) Für Zugstränge an besseren Geschirren nimmt man dagegen lohgahres Leder (S. 316), weil es der Nässe besser widersteht.

3) Da sich selbst das lohgahre Leder mit der Zeit etwas dehnt, so hat man ungegerbte Häute dazu benützt, denen man blos durch Walken mit Thran die nöthige Biegsamkeit giebt.

lohgahre die Strümpfe braun färbt, vorzüglich zum Füttern der Schuhe, zu geringeren Kleidungsstücken, zu verschiedenen weichen Ueberzügen und Unterlagen, besonders in der Orgelmacherei zu Blasebalgfalten, Charnieren und zur Ventilbelederung.

Verfahren bei der Alaungerberei. Die Weißgerberei geht weit rascher und einfacher von Statten als das Gerben mit Lohe. Man knetet die durch Anschwöden (S. 314) enthaarten, durch Kalkmilch von Fett und hernach durch Kleienbeize wieder von Kalk befreiten Felle zweimal in einer heiß bereiteten, aber bis zur Blutwärme abgekühlten Auflösung von Alaun und Kochsalz, läßt sie dann 24 Stunden in einem leeren Bottich zusammen liegen, damit sie gleichmäßig von den Gerbsalzen durchdrungen werden, läßt sie dann abtropfen und hängt sie hierauf, ohne sie auszuwaschen, zum Trocknen auf. Das zurückbleibende Salz wirkt nachtheilig auf das Leder; aber durch Auswaschen, wenn es nicht sehr mäßig geschieht, verlieren die Häute ihre Gerbung größtentheils wieder. Da sie aber auch bei richtiger Behandlung beim Trocknen stets etwas einschrumpfen, so beseitigt man die Falten und geschrumpften Stellen, indem man das Leder vor dem völligen Trocknen über die Kante eines zugeschärften, aber nicht schneidenden Eisens, der **Stolle** zieht, wodurch es seine Steifigkeit verliert und gleichmäßige Weichheit, Geschmeidigkeit und Farbe annimmt. Nach dem Trocknen wird es geschlichtet und geglättet.

Die ungarische Weißgerberei. Die **ungarische Weißgerberei** unterscheidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß man die Häute ohne Anwendung von Kalk und Kleienbeize mit einem Putzmesser enthaart und nach dem Gerben, über Kohlen mit Talg tränkt. Das Verfahren ist demnach eine Verbindung der Alaungerberei mit der Sämischgerberei. Die meisten schweren alaungahren Häute (Rind= und Roßhäute) sind nach dieser Methode gegerbt. Das Leder zeichnet sich nicht durch gutes Aussehen, aber durch große Zähigkeit aus und dient vorzüglich zu Riemen, Hängeriemen für Kutschen und zu Tragbändern (S. 321).

Die französische Weißgerberei. Die **französische Weißgerberei** unterscheidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß man dabei mit großer Sorgfalt und Reinlichkeit verfährt, die Salzlösung (nämlich Alaun und Kochsalz) mit Eidotter und Weizenmehl [1]) versetzt und das Leder glättet. Die Gerbflüssigkeit bildet eine Emulsion, das Fett des Eidotters ist durch den Eiweißstoff desselben und durch die Klebertheile des Mehls in der Flüssigkeit zertheilt, um gleichzeitig mit dem Alaun von der Faser aufgenommen zu werden. Man verwendet dazu Lamm= und Ziegenfelle. Das Leder heißt **französisches** oder **Erlanger** und besitzt eine vorzügliche Weiße, Weichheit und Geschmeidigkeit. Es dient zu Handschuhen und wird auch gefärbt (**Brüsseler** L.) und glasirt mit Eiweiß, Stärke und Traganth zu **Glacéhandschuhen.**

Nach der **Methode von Knapp** tränkt man die Häute zuerst mit einer Lösung von Alaun, oder Eisen= und Chromoxydsalz und dann mit Seifenwasser. Es schlägt sich eine unlösliche Seife in der Faser nieder. Das mit Alaun gegerbte Leder ist weiß, das mit Eisen gegerbte von der Farbe des lohgaren, weich, glänzend und fett anzufühlen.

Die Kürschnerei. Der **Kürschner** reibt die Fleischseite der Häute mit Butter, Oel oder Schweinefett und tritt sie in der **Trampeltonne,** oder walkt sie und schabt sodann Fleisch und Fett ab. Nach dem Alaunen werden sie abermals gewalkt

---

1) Einige setzen Milch (S. 274), Weinstein und für ordinäre Waare statt Eidotter Olivenöl zu.

und über der **Stolle** ausgezogen. Zuletzt werden die Haare geläutert, d. h. vom Fette befreit, indem man die Pelze mit absorbirenden pulverigen Substanzen, wie Kleie, Sägespähne, Häcksel, Gypsmehl, feiner Sand, im **Tretstock** (einem erwärmten kupfernen Kessel) durchtritt.

3. Die Sämischgerberei [1]).

Die Sämischgerberei wird in Deutschland gewöhnlich zugleich von den Weißgerbern betrieben und bewirkt die Ledererzeugung durch Walken der Häute mit Fett. Das Fett bildet mit der Haut eine feste trockene Verbindung, welche ihren Fettgehalt äußerlich durch nichts verräth. Die Haut wird dadurch aufgelockert ohne wesentliche Schwächung des Zusammenhanges. Sie bildet ein wolliges, weiches Leder, welches unter allen Lederarten den höchsten Grad der Zügigkeit erhält, d. h. es dehnt sich beim Ziehen in beliebiger Richtung, behält die erhaltene Dehnung bei und vertauscht sie gegen eine andere beim Ziehen nach entgegengesetzter Richtung. Es verschluckt das Wasser leicht und ist nicht wasserdicht, aber es schrumpft nicht, wie die andern Lederarten, nach dem Waschen ein und heißt auch wegen seiner Eigenschaft, sich ohne Verlust seiner Vorzüge waschen zu lassen, **Waschleder.** Proceß bei der Sämischgerberei.

Zur Sämischgerberei dienen gewöhnlich Häute von Wildpret (Hirsch, Reh, Gemse) und von Ziegen und Schafen. Das Sämischleder dient zu Beinkleidern, Handschuhen, Beuteln, Hosenträgern, Bandagen und Bändern in der Chirurgie; sämischgahre Kalb-, Kuh- und Ochsenhäute zu Bandelieren für Militär, zu ersteren Zwecken hauptsächlich wegen seiner sanften Oberfläche, Zügigkeit und Wärme mit Dauerhaftigkeit, zu letzteren, weil es beim Durchnässen nicht hart wird, und die Bandeliere, um stets weiß zu sein, mit Kreide bestrichen werden, und diese haftet auf der wolligen Oberfläche dieses Leders besser als auf irgend einer anderen Lederart. Es eignet sich noch weit besser als das Schafleder zu weichen Unterlagen und widersteht zugleich der Abnützung viel mehr. Es wird daher besonders auch in der Claviermacherei benützt zum Füttern und zum Dämpfen des Tones.

Die Narbe der Haut wird abgestoßen, weil sie wegen ihres dichteren Gefüges weniger dehnbar ist als die unteren Schichten, übrigens die Haut wie bei der Weißgerberei vorbereitet. Die Blößen werden noch feucht mit Thran gewalkt, an die Luft gehängt, so oft mit Thran versehen, als sie denselben aufnehmen, und zuletzt in eine geheizte Kammer gebracht. Die feuchte gequollene Haut saugt beim Trocknen das Fett an die Stelle des Wassers ein, während letzteres die Haut nicht selbst zu quellen vermag. Verfahren bei der Sämischgerberei.

Man schichtet dann die Felle auf einen Haufen in einer engen, bei kaltem Wetter geheizten Kammer, wo sie sich durch die Sauerstoffaufnahme des Fettes erhitzen (S. 263) und eine gelbe Farbe annehmen, **Färben in der Braut** (eigentlich Brut). Hierauf werden sie geschlichtet, um die Reste der Narbe und einen Theil des überschüssigen Fettes wegzunehmen. Das Uebrige wird durch warme Pottaschenlösung ausgewaschen. Die seifenartige Emulsion heißt **Weißbrühe,** Gerberfett oder Degras und wird von den Rothgerbern verwendet (S. 271). Was beim Trocknen an Geschmeidigkeit verloren geht, wird durch Stollen (S. 322) wieder ersetzt, hierauf nochmals geschlichtet und mit Bimsstein abgerieben. Die blaßgelbe Farbe wird entweder durch Auftragen einer Mischung von Ocker, Schüttgelb, Kreide und

1) Sämisch ist entstanden aus dem französischen Chamois Gemse.

Kleister erhöht, oder sie werden mit Pfeifenthon und Kreide, oder durch Bleichen an der Sonne weiß gemacht.

Das sogenannte **Rauchleder** zu Schuhen ist sämischgahres Bock- oder Kalbleder.

4. Die Pergamentbereitung.

Die Pergamentbereitung besteht in einer blosen Reinigung der Thierhaut von Haaren, Fleisch und Fett unter Anwendung von Kalk, ohne den letzteren, wie bei den anderen Gerbmethoden wieder auszuziehen, so daß eine theilweise Gerbung mit Kalk zurückbleibt. Während man bei der eigentlichen Lederbereitung einen weichen und aufgelockerten Zustand bezweckt, sucht man die Haut bei der Pergamentbereitung in eine dünne, steife, möglichst feste und harte Membran zu verwandeln. Die Dünne, Steife und Dichtigkeit macht es zum Schreiben (Urkunden, Rechentafeln) und zum Malen geeignet, die Härte zu Büchereinbänden und giebt ihm die tönende Eigenschaft zu Paucken und Trommeln. Es dient ferner zu Falten für Orgelbälge, wo es für Schafleder an Raum fehlt, zu Siebböden wegen seiner glatten Oberfläche, die es auch beim Abwaschen behält. Da es Flüssigkeiten leicht durchgehen läßt, dient es zu Scheidewänden (**Diaphragmen**) bei der Galvanoplastik (S. 155). Die Abfälle geben einen guten weißen Leim.

Das beste und ächte Pergament, besonders zu Trommeln, Paucken und Urkunden wird aus Kalbfellen bereitet, das geringere für die meisten übrigen Zwecke aus Lamm- und Schaffellen, bisweilen auch aus Ziegen-, Esel- und Schweinhäuten, die alten Büchereinbände sind von Kalb-, die jetzigen von Schafhautpergament.

Man schwellt die, wie gewöhnlich, enthaarten und geschabten Blößen einige Wochen in Kalkwasser, spült sie dabei öfters ab, streicht sie aus, spannt sie hierauf mit Bindfaden in Rahmen auf und schleift sie dann auf der Fleischseite mit Kreide oder zerfallenem Kalk und Bimsstein und auf der Narbenseite mit blosem Bimsstein ab. Die Kreide dringt zum Theil in die Poren des Felles ein und trägt so zur Erhöhung der weißen Farbe bei. Hierauf werden sie getrocknet und die Kreide mit einem Hammelfell abgerieben.

Soll das Pergament zum Schreiben dienen, so wird die Narbe abgeschabt, wodurch es dünner und weißer wird. Für Schreib- und Rechentafeln wird es mit Leim und Bleiweiß grundirt und dann mit Leinölfirniß angestrichen oder man reibt die Farbe (Bleiweiß oder Ocker) sogleich mit Firniß an und schleift den Ueberzug ab. Diese Tafeln sind auch bisweilen aus Papier, welches dieselben Anstriche erhalten hat.

Der **astrachanische** oder **orientalische Chagrin** ist eine Art Pergament mit höckriger Oberfläche, welche die Tartaren und Armenier aus dem Rückenstücke der Pferde- und Eselhäute darstellen. Daher soll auch der Name aus dem persischen Sagri, der Pferde- und Eselrücken, entstanden sein. Man tritt die harten, eckigen Samen einer Art Melde (Chenopodium album) mit den Füßen in die aufgeweichte und aufgespannte Haut, schüttelt die Samen nach dem Trocknen wieder ab, schabt die nicht von den Körnern niedergedrückten Stellen weg und weicht die Haut nochmals in Wasser ein. Dadurch quellen die niedergedrückten, nicht weggeschabten Stellen auf und bilden das Korn des Chagrins. Hierauf bringt man die Haut in warme Sodalauge, dann in Salzlösung und färbt sie gewöhnlich grün. Der Chagrin dient zum

Ueberziehen von Degen- und Messerscheiden, zu Büchereinbänden, Brieftaschen, Etuis und Futteralen.

Eine Nachahmung des orientalischen Chagrins sind die durch Pressen mit Kupferplatten gekörnten, gewöhnlichen Leder.

Der **Fischhautchagrin** wird durch Abschleifen der stacheligen Haut der Hayfische mit Sandstein erhalten.

Kleber.

Der Kleber oder Gluten ist in feuchtem Zustand eine gelblichgraue, zähe, dehnbare, klebrige, geruch- und geschmacklose Masse, in trocknem Zustand bräunlich, durchscheinend, sehr hart, schwer pulverisirbar, in Wasser und Ammoniak unlöslich, in Essigsäure unvollkommen. In feuchtem Zustand fault er leicht unter Entwicklung eines üblen Geruches.

Er findet sich nur in den Samen der Getreidearten. Man erhält ihn, wenn man Mehl unter Wasser ausknetet und durch Behandlung mit warmem Malzauszug vom letzten Reste des anhängenden Stärkmehles befreit.

Der Kleber ist keine einfache Verbindung, doch besteht er außer einem Gehalte an Fett und Salzen der Hauptsache nach, nämlich über $^9/_{10}$ aus Fibrin, zu etwa $^1/_{10}$ aus nicht gerinnbarem Eiweißstoff und zu $^1/_{20}$ aus gerinnbarem Eiweißstoff und Pflanzenleim. Das Fibrin ist eine weiche, elastische, aber nicht klebende Masse, weder in Wasser, noch in Alkohol löslich, der Pflanzenleim oder Glutin eine klebrige, fadenziehende Masse und nur in kochendem Alkohol löslich, der gerinnbare Eiweißstoff gerinnt beim Erhitzen, der andere nicht.

Der Kleber verhält sich in Hinsicht auf Nahrhaftigkeit ähnlich den thierischen Substanzen, er gehört zu den plastischen Nahrungsmitteln, die zur Bildung der stickstoffhaltigen Körpersubstanz erforderlich sind, während Stärkmehl, Fette und andere stickstofffreie Nahrungsstoffe auch nur stickstofffreie Verbindungen bilden und besonders als Respirationsmittel und bei ihrer Oxydation oder Verbrennung in der Lunge die thierische Wärme hervorbringen.

Der Kleber bedingt die Plasticität und das Gehen des Teiges, die Leichtigkeit des Brodes steht mit der Menge des Klebers in geradem Verhältnisse. Die **Macaroni** und Nudeln, welche in Wasser anschwellen müssen, ohne, auch bei längerem Kochen, darin zu zerfallen, werden am besten aus dem kleberreichen Weizen südlicher Länder erhalten. Man kann aber auch den reinen Kleber der Stärkefabriken (S. 290) benützen, um einen Teig für Macaroni zu erhalten, die den italienischen an Güte nicht nachstehen. Der mit Mehl gekörnte Kleber übertrifft dieselben noch an Wohlgeschmack und eignet sich besonders zur Bereitung von Suppen auf Reisen. Man benützt ihn ferner zur Darstellung eines nahrhaften Kartoffelbrodes, zu feinem Backwerk und in der Kattundruckerei zur Befestigung unlöslicher Farben.

Käsestoff.

Der Käsestoff, Caseïn, bildet in feuchtem Zustand eine weiße, klumpige Masse, trocken ist er hart, gelb und durchscheinend, löst sich in reinem Wasser wenig (1 in 422), in etwas alkalihaltigem aber leicht zur schleimigen Flüssigkeit. Er gerinnt nicht beim Kochen, bildet aber beim Verdunsten und besonders beim Kochen auf der Oberfläche der Auflösung eine farblose Haut. Die Auflösung geht leicht in Fäulniß über und wird durch Alkohol, Säuren,

Erd- und Metallsalze gefällt. Setzt man mehr Säure zu, als zur Entziehung des Alkali nöthig, so ist die Fällung unvollkommen, weil sich der Käsestoff in freien Säuren (außer Kohlensäure und Phosphorsäure) wieder auflöst[1]. Er neutralisirt die freien, zersetzt aber nicht die kohlensauren Alkalien. Die Lösung desselben in Säuren wird durch kohlensaure Alkalien gefällt. Der Thierkäsestoff findet sich fast nur in der Milch der Thiere.

Läßt man ein kleines Stück der frischen oder eingesalzenen Schleimhaut des Magens junger Kälber (**Labmagen**) 10 Stunden oder länger mit Wasser in Berührung und mischt diese Flüssigkeit mit dem 2000fachen Volum frischer erwärmter Milch, so gerinnt sie nach 1—2 Stunden vollkommen zur Gallerte, welche sich durch vorsichtige Bewegung zu dichten Flocken — **süßer Käse** — vereinigt, die ebenso wie die Molken — **süße Molken** — weder sauer noch alkalisch reagiren.

Die Ursache dieser Erscheinung ist noch nicht erklärt. Man hat angenommen, daß das Wasser eine kaum wägbare Menge der in Zersetzung übergegangenen Schleimhaut auflöse, welche ihren Zustand der Zersetzung auf den Milchzucker der Milch übertrage. Dadurch verwandle sich derselbe in Milchsäure, wodurch sich das Alkali sättige und der Käse abscheide. Allein man hat beobachtet, daß die alkalische Reaction dabei so stark sein darf, daß sie auch durch das Gerinnen nicht verschwindet und daß letztere auch stattfindet in Auflösungen des Käsestoffes in überschüssiger Säure.

Werden saure oder süße Molken zum Sieden erhitzt, so erfolgt abermals eine schwache Gerinnung (16 — 18% vom Gewichte des früheren Käses) **Zieger** genannt.

Wichtigkeit des Käsestoffes.

Der Käse dient frisch und im gefaulten Zustande als Nahrungsmittel, durch Zusammenreiben mit Kalk bildet er einen sehr starken Kitt für verschiedene Gegenstände, mit 2fach kohlensaurem Kali einen durchsichtigen für Glas. Die Kalkverbindung dient ferner zum Animalisiren der Leinwand und Baumwolle in der Färberei.

Die Käsebereitung.

Bei der Käsefabrication läßt man entweder die Milch von selbst (durch freiwilliges Sauerwerden) gerinnen, **Sauermilchkäse,** oder durch saure Zusätze (Essig) und Lab, **Süßmilchkäse**, entweder mit dem Rahme, **fette Käse**, oder ohne denselben, **magere Käse.**

Zu den mageren Käsen gehören die in Mittel- und Süddeutschland gewöhnlichen **Handkäse.** Man preßt den frischen Käse in einem Tuche aus, versetzt ihn mit Salz und Kümmel, formt Ballen daraus, die man mehrere Wochen an die Luft legt, wodurch sie **zeitig** oder **speckig** werden, d. h. sie werden von außen nach innen gelblich, durchscheinend, von verschiedenem Geschmack und unangenehmem Geruch.

Die bekannten schweizer, holländischen und englischen Käse werden aus süßer, theils abgerahmter, theils nicht abgerahmter Milch, theils aus beiden zugleich bereitet. Man schöpft den Käse aus den Molken in die Formen, läßt die Molken abtropfen oder preßt sie ab. Der Käse gewinnt allmälig Zusammenhang. Man nimmt ihn dann aus den Formen und stellt ihn zum Reifen hin, indem man ihn täglich mit Salz einreibt oder mit Salzlacke bestreicht.

Proceß bei der Fäulniß der Käse.

Der frische durch Pressen und Salzen von Wasser und Milchzucker sorgfältig befreite Käse ist ein Gemenge von Butter und Käsestoff. Beim Auf-

---

1) Der Niederschlag durch Essigsäure ist nur wenig in überschüssiger Essigsäure löslich, der von Oxalsäure und Weinsäure dagegen leicht im Ueberschusse dieser Säuren, aber die Auflösungen werden durch Schwefelsäure und Salpetersäure von neuem gefällt. Magnesia- und Kalksalze schlagen die Auflösungen des Caseïns nur beim Erwärmen, Metallsalze und Gerbsäure auch in der Kälte nieder.

bewahren in kühlen Räumen wird er weich, reagirt sauer und nimmt den eigenthümlichen Käsegeschmack und Geruch an. Nach 2 — 3 Jahren ist er nach Entfernung des Fettes fast vollkommen in Wasser löslich zu einer Flüssigkeit, die wie die Milch durch Säuren gerinnt. In den fast geruchlosen englischen, holländischen und schweizer Käsen ist das Caseïn größtentheils unverändert vorhanden. Ein Theil desselben verwandelt sich in butterartiges Fett unter Bildung von Ammoniak. Das Ammoniak verbindet sich mit dem Caseïn zu einer in Wasser löslichen Verbindung. Ein anderer Theil des Caseïns zerfällt in zwei indifferente, geschmack- und geruchlose, krystallinische Stoffe, Leucin ($C_{12}H_{13}NO_4$) und Tyrosin ($C_{18}H_{11}NO_6$), in buttersaures und baldriansaures Ammoniak; die Butter zerfällt in Buttersäure, Caprin- oder Capronsäure. Diesen Säuren und ihren Ammoniaksalzen verdankt der gefaulte Käse den scharfen Geschmack und fauligen Geruch.

Die Verschiedenheit der Käse hängt ab von der Methode der Darstellung, vom Zustande des Labs, dem Salzzusatze, welcher die Fäulniß modificirt, von Luftzutritt, Feuchtigkeit und Temperatur. Von geringerem Einfluß ist aromatisches Futter. Die Consistenz ist, wie beim Limburger Käse, um so weicher, je geringer die Hitze beim Gerinnen, und je gelinder das Pressen war. Ob die Blasen von eingeschlossener Luft oder Kohlensäureentwicklung aus Milchzucker herrühren, ist nicht entschieden.

Der Käse von **Roquefort**, welcher wegen seines beliebten Geschmackes bekannt ist, wird in dem Dorfe Roquefort (nordwestlich von Montpellier) aus Schafmilch bereitet und erhält seine Reife in Kalkhöhlen, deren Eigenthümlichkeit darin besteht, daß sie durch Luftströme auf einer niederen Temperatur (im höchsten Sommer nicht über 6 — 7° R.) erhalten werden. Bei dieser Temperatur mit genügender Feuchtigkeit entwickelt sich ein Schimmelpilz auf dem Käse, den man innerhalb zweier Monate 6 — 7mal abnimmt. Er wird mit der fortschreitenden Zersetzung des Käses immer spärlicher. Außer den gewöhnlichen riechenden Bestandtheilen reifer Käse, verwandelt sich über 1/3 des Caseïn in ein butterartiges Fett (Palmitin mit etwas Oleïn).

Der Zieger (S. 326) wird besonders in der Schweiz dargestellt und entweder frisch genossen, geräuchert aufbewahrt, oder zu **Schabzieger** oder grünem Kräuterkäse verwendet, indem man ihn an einen warmen Ort stellt, bis er stark riecht und dann mit Salz und Ziegerkrautpulver (Melilotus coerulea) versetzt, um ihm einen gewürzhaften Geruch zu geben. Man drückt ihn hierauf in eine Form, und trocknet ihn nach 8—9 Tagen an der Luft vollends aus, so daß er sich schaben läßt. Der Zieger unterscheidet sich von gewöhnlichem Käse nur dadurch, daß er völlig frei von Fett ist und daher leichter und vollkommner austrocknet.

Legumin.

Das Legumin, Pflanzencaseïn oder der Pflanzenkäsestoff wird aus seinen Auflösungen in weißen Flocken gefällt und stimmt in seinem Verhalten mit dem Thiercaseïn fast ganz überein, unterscheidet sich aber dadurch, daß es sich in überschüssiger Essigsäure leicht, nicht aber, wie dieses, durch Digestion mit kohlensaurem Baryt oder Kalk, auflöst. Durch Lab wird es gleichfalls coagulirt.

Es findet sich vorzüglich in den Hülsenfrüchten oder Leguminosen, besonders in Bohnen, Erbsen und Linsen. Man läßt sie in Wasser quellen, bis man sie leicht zu Brei zermalmen kann und wäscht den Brei durch ein feines Sieb. Die Schalen bleiben zurück und die milchige Flüssigkeit setzt in der Ruhe das Stärkmehl ab. Die Auflösung wird leicht sauer durch Milchsäurebildung und gerinnt dadurch in 24 Stunden zur gallertigen Masse.

Die Chinesen bereiten aus Erbsen den Milchkäsen ähnliche Käse (Tao-foo genannt). Sie kochen den Brei aus eingeweichten und gemahlenen Erbsen, wodurch sich die Stärke mit dem Legumin auflöst, seihen durch, machen die Flüssigkeit mit Gypswasser gerinnen und behandeln das Geronnene mit Salz wie die Milchkäse.

Eiweißstoff.

Der Eiweißstoff oder das Albumin $20(C_{36}H_{25}N_4O_{10}, HO) + 8H_2NS + H_2NP$ ist ein weißes oder blaßgelbes, geruch- und geschmackloses Pulver. Er schwillt in Wasser auf und löst sich allmälig zur schleimigen, schäumenden Flüssigkeit. Trocken läßt er sich ohne Veränderung bis 80° R. erhitzen, in der wässrigen Lösung gerinnt er aber schon bei 50° R. in weißen Flocken; bei einer Stärke der Lösung von 1 Th. Albumin auf 7 Th. Wasser gesteht Alles zur festen, weißen, durchscheinenden Masse. Auch durch starken Weingeist, Kreosot und Gerbsäuren wird der Eiweißstoff zum Gerinnen gebracht. Mit den Alkalien und alkalischen Erden bildet sowohl das ungeronnene als das geronnene Eiweiß auflösliche, mit Erd- und Metallsalzen dagegen unauflösliche Verbindungen.

Der Eiweißstoff findet sich nur an Alkali gebunden und zwar immer in der auflöslichen Abänderung in Thier- und Pflanzensäften, besonders im Eiweiß, Blutwasser (ersteres enthält 12, letzteres 8%), in den Gemüsepflanzen und Oelsamen.

Darstellung des Thier- und Pflanzenalbumins. Man erhält das Thieralbumin am leichtesten in unlöslichem Zustand rein durch Kochen eiweißstoffhaltiger Säfte; in löslichem Zustande durch Abdampfen von Eiweiß oder Blutwasser unter 40° R. und Ausziehen des Rückstandes mit Aether und Alkohol. Wasser löst nun den größten Theil des Eiweißstoffes mit dem Alkali und der Hauptmasse der Salze auf und läßt fast reinen löslichen Eiweißstoff zurück. — Das Pflanzenalbumin findet sich nebst Gummi in dem Waschwasser der Stärkefabriken gelöst. Am reichlichsten und ziemlich rein erhält man es, wenn man Kartoffeln in Scheiben zerschneidet, mit Wasser übergießt, welches 2% Schwefelsäure enthält und das Wasser öfters, immer nach je 24 Stunden, auf frische Kartoffeln gießt, mit Alkali neutralisirt und durch Sieden gerinnt.

Das Albumin bildet als Bestandtheil des Fleisches, der Eier und als der stickstoffhaltige Bestandtheil der Pflanzennahrung (besonders der Gemüsekräuter, Gräser, Rüben und Kartoffeln) eines der wichtigsten plastischen Nahrungsmittel. Das Pflanzeneiweiß bildet das kräftigste Ferment für die Weingährung. Blut und Eier dienen zur Klärung der Pflanzensäfte (besonders des Zuckersaftes) durch Gerinnen beim Kochen, zum Schönen des Weines durch Gerinnen mit der Gerbsäure desselben. Die Zähigkeit und rasche Gerinnung beim Erhitzen macht das Eiweiß unentbehrlich zur Lockerung feiner Gebäcke ohne Hefe (wegen des Nebengeschmackes von letzterer). Es dient ferner als Klebmittel beim Vergolden auf Papier, zum Appretiren und Glänzen, zur Befestigung unlöslicher Farben in der Kattundruckerei, zur Darstellung der positiven Lichtbilder auf Papier, mit Kalk zu Kitt und als Gegenmittel bei Vergiftungen durch Kupfer- und Quecksilbersalze. Sowohl das Eiweiß aus Eiern, als aus Blut ist in getrocknetem und gepulvertem Zustand ein Handelsartikel.

Das Gerinnen des Eiweißstoffes verhindert oft das Ausziehen organischer Substanzen durch heißes Wasser. So erhält man z. B. nur durch Beisetzen des Fleisches mit kaltem Wasser eine gute Fleischbrühe. Kartoffeln feuchter Jahrgänge enthalten viel Eiweiß, kochen sich daher nicht mehlig, sondern seifig, und haben einen wilden Nebengeschmack, weil das gerinnende Eiweiß das Ausziehen der übelschmeckenden Substanz verhindert. Sie werden bedeutend verbessert, wenn man sie in Scheiben geschnitten, mit kaltem Wasser zum Kochen beisetzt.

Diastase.

Die Diastase ist eine feste, weiße, geruch- und geschmacklose, nicht in Alkohol, aber in Wasser und schwachem Weingeist lösliche Substanz. Ihre Zusammensetzung ist noch nicht bestimmt, weil sie in fortwährender Veränderung begriffen ist [1]). Die Auflösung wird weder durch Erhitzen, noch durch

---

1) Manche halten die Diastase für stickstofffrei und behaupten, sie sei um so reiner,

Säuren oder Salze gefällt, zersetzt sich aber bald und verliert dadurch wie durch Erhitzen auf 60° R. ihre Einwirkung auf Stärkmehl. Diese Einwirkung besteht darin, daß sie schon in sehr kleiner Menge (1 : 2000 Stärkmehl) Stärkekleister bei 52 bis 56° R. verflüssigt, das Stärkmehl zuerst in Gummi, dann in Zucker verwandelt. Diese Wirkung erfolgt auch, jedoch viel langsamer, bei gewöhnlicher Temperatur und scheint der Zuckerbildung beim Keimen der Samen und bei der Entwicklung der Knospen im Frühling zu Grunde zu liegen.

Die zuckerbildende Kraft kommt jedoch der Diastase nicht ausschließlich, sondern nur in ausgezeichnetem Grade zu, denn sie ist eine gemeinschaftliche Eigenschaft aller eiweißartigen Körper.

Die Diastase findet sich vorzüglich in den keimenden Getreidesamen und Kartoffeln, aber nur in der Umgebung der Keime, und entsteht aus dem Fibrin des Klebers beim Keimen.

Um sie zu erhalten, zerreibt man frisches Gerstenmalz, befeuchtet es mit etwa seiner Hälfte Wasser, preßt es aus, fällt durch etwas Alkohol das Eiweiß und nach dem Filtriren durch mehr Alkohol die Diastase, löst sie in Wasser auf und wiederholt die Reinigung einigemal.

Die Diastase vermittelt die Ernährung der Samen und Pflanzen, vor der Entwicklung der Wurzeln und Blätter durch das darin angesammelte Stärkmehl, sie vermittelt die Zuckerbildung bei der Gewinnung des Stärkezuckers durch Malz, bei der Erzeugung von Branntwein und Bier.

Das **Emulsin** oder die Synaptase hat eine von den Proteïnverbindungen etwas verschiedene Zusammensetzung, ist jedoch noch nicht genauer untersucht, es kommt in ölhaltigen Samen, wie Mandeln, Nüssen, Steinobstkernen u. s. w. vor und besitzt die Eigenschaft, in Gegenwart von Wasser das Amygdalin augenblicklich in Blausäure, Zucker und Bittermandelöl zu verwandeln, während andere stickstoffhaltige Pflanzenkörper mehrere (3—12) Tage dazu erfordern. Emulsin.

Das **Myrosin** ist eine dem Emulsin ähnliche Substanz und findet sich im schwarzen und weißen Senfsamen, kann jedoch nur aus dem weißen erhalten werden, weil der schwarze zugleich Myronsäure enthält, womit es sich bei Gegenwart von Wasser zu Senföl zersetzt. Der weiße Senfsame giebt daher für sich kein Oel bei der Destillation mit Wasser, wohl aber auf Zusatz von etwas schwarzem Samen. Myrosin.

Die Abkömmlingssubstanzen der Proteïnverbindungen.

Die Stoffe dieser Gruppe haben sehr verschiedene Eigenschaften und stimmen nur darin überein, daß sie Stickstoff enthalten, nur in thierischen Körpern vorkommen, in diesen hauptsächlich als Grundlage der Gewebe dienen und die 3 Hauptreactionen der Proteïnverbindungen nicht zeigen.

Leim.

Durch Kochen gewisser thierischer Gewebe mit Wasser erhält man eine Auflösung, welche in der Kälte zur Gallerte gesteht. Die getrocknete Gallerte bildet den Leim. In chemischer Beziehung unterscheidet man Knochen- und Knorpelleim, ersterer aus Knochen, Sehnen, Lederhaut und Zellgewebe, letzterer aus Knorpeln; in technischer Beziehung sind beide gleich.

Knochenleim.

Der Knochenleim Tischlerleim oder Glutin, $C_{13}H_{10}N_2O_5$ ist in

---

je weniger sie Stickstoff enthalte. Da indessen alle und nur eiweißartige Stoffe die Fähigkeit der Zuckerbildung besitzen, so ist alle Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sie auch eine Stickstoffsubstanz ist.

trocknem Zustand eine amorphe, harte, farblose, durchsichtige, geschmack- und geruchlose Masse, in gewöhnlichem unreinem Zustand ist er gelblich bis braun und von unangenehmem Geruch, erweicht in kaltem Wasser und schwillt zur trüben Gallerte an, welche noch bei 100 Th. Wasser gesteht, bei 32—40° R. zur klaren, schleimigen Flüssigkeit zerfließt und beim Erkalten wieder zur Gallerte erstarrt. Durch anhaltendes oder öfteres Kochen wird er braun und verwandelt sich unter Aufnahme von Wasser in eine gummiartige Masse, welche nicht mehr gelatinirt und ihre Bindekraft verloren hat. In Alkohol, Aether und Oelen ist er nicht löslich. Er zeigt keine Einwirkung auf Pflanzenfarben, wird aber an der Luft bald sauer und fault unter allen festen Thierstoffen am leichtesten. Durch Chlor, Metallsalze, Gerbsäure und Alkohol wird er aus seinen Auflösungen gefällt, nicht aber durch Alaun, schwefelsaures Eisenoxyd, Bleizucker und Säuren.

Verdünnte Säuren verhindern das Gelatiniren nicht, wohl aber concentrirte Essigsäure, ohne jedoch die Klebkraft zu zerstören. Concentrirte Schwefelsäure verwandelt ihn hauptsächlich in Leucin, Salpetersäure in Zuckersäure, Oxalsäure, talgartiges Fett und künstlichen Gerbstoff, ätzende Alkalien in Leimsüß (Glycin).

Der Knochenleim findet sich vielleicht schon gebildet in der Hausenblase, entsteht aber sonst fast immer erst durch längeres oder kürzeres Kochen mit Wasser aus einer großen Menge fester, thierischer Theile. Der leimerzeugende Stoff bildet die organische Grundlage der meisten thierischen Gewebe, ist jedoch bis jetzt noch nicht in freiem Zustand ermittelt.

Zu den besten Leimsorten verwendet man Pergamentabfälle und Handschuhleder, zu den mittleren Hautabfälle, zu den schlechten auch Sehnen und Knochen. Die Rohstoffe heißen das **Leimgut** oder **Leimleder**. Man unterscheidet gewöhnlich 3 Arten Leim: **Lederleim** aus Haut und Sehnen, **Knochenleim** aus Knochen, und **Fischleim** aus Fischhäuten und Blasen.

Lederleim.

Bei der Lederleimfabrication weicht man das Leimgut einige Wochen in Kalkmilch, die man mehrmals wechselt, läßt es abtröpfeln und trocknet es dann mit dem Kalk an der Luft, um Blut und andere sehr zur Fäulniß geneigte Stoffe auszuziehen und die Oberhaut zu trennen. Vor dem Versieden wird es durch Einhängen in fließendes Wasser in Körben oder Netzen vom Kalk befreit und alsdann noch 2—3 Tage an die Luft gelegt, um den rückständigen Kalk in kohlensauren zu verwandeln und dadurch unschädlich zu machen. Hierauf wird es mit Regenwasser in Kesseln mit doppeltem Boden gekocht, wovon der obere ein Siedboden ist, um das Anbrennen zu verhüten, bis eine Probe der Leimbrühe in der Kälte zu Gallerte gesteht. Dann wird das Feuer sogleich gemindert, weil der Leim um so weniger bindend und um so mehr gefärbt ausfällt, je länger das Kochen gedauert hat, läßt die Brühe in einen durch ein Wasserbad geheizten Kessel, damit sie sich durch Absetzen klärt und setzt $^1/_{1000}$—$^2/_{1000}$ Alaun zu, welcher noch Kalk und organische Substanz fällt, die Klärung beschleunigt und die Fäulniß beim Trocknen verhütet. Von da bringt man sie in einen hölzernen Formkasten, löst nach dem Erkalten die Gallerte mit einem Messer von der Form ab, schneidet sie dann mit einer Art Säge oder mit einem Drahte in Streifen, die man auf Bindfadennetzen trocknet, welche auf Rahmen ausgespannt sind.

Der Leim ist um so bindender und um so elastischer, von je jüngeren Thieren das Material dazu und je geringer die Temperatur beim Ausziehen des Leimes war.

Knochenleim.

Um den Knochenleim zu bereiten, zerkleinert man die Knochen durch

ein Stampfwerk, entzieht ihnen das Fett durch Kochen mit Wasser oder durch Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff und benützt dasselbe (Knochenöl, Klauenfett, S. 271) als Schmieröl und zur Seife. Die Knochen erhitzt man $1^1/_2$ Stunden im Papin'schen Topfe bis zu einem Drucke von $1^1/_2$ Atmosphäre; eine höhere Temperatur ist dem Leime schädlich.

214.



Der Papin'sche Topf.

Der **Papin'sche Topf** oder **Digestor** ist ein cylindrisches Gefäß von Eisen oder besser von Messing oder Kupfer, dessen Wände im Stande sind, einen sehr starken Druck auszuhalten. Eine Oeffnung ist durch ein Sicherheitsventil geschlossen, welches man so stark belasten kann, daß ein Druck von 40 — 50 Atmosphären nöthig ist, um es zu heben.

Da jedoch der Papin'sche Topf gefährlich zu handhaben ist und durch die hohe Temperatur der Güte des Leimes schadet, so verfährt man jetzt gewöhnlich auf folgende Weise:

Man übergießt die ausgekochten und zerkleinerten Knochen mit 3- oder 4fach verdünnter Salzsäure. Nach 8 Tagen wäscht und trocknet man sie und verwandelt sie bei einer Temperatur, die 80° R. nicht übersteigt, auf die gewöhnliche Weise in Leim. Die saure Flüssigkeit dient zur Phosphor- und Salmiakfabrication (S. 115).

Der **Fischleim** wird selten im Großen, sondern gewöhnlich nur in kleinen Mengen zum jedesmaligen Gebrauch aus der getrockneten Schwimmblase verschiedener Fische, besonders des Stör und Hausen bereitet, welche fast allein aus Rußland kommt.

Der Leim dient als Klebmittel für Holz- und Papparbeiten, zum Leimen und Planiren des Papiers, zum Schlichten der Tuchketten, als Bindemittel für Wasserfarben und in der Zündholzfabrikation, zur mechanischen Vergoldung, mit Kalk zu Kitt, zur Darstellung der Buchdruckerwalzen und zum Gießen elastischer Stempel (zum Aufdrucken farbiger Signaturen auf Porzellan).

Die Hausenblase liefert einen vollkommen farb- und geruchlosen Leim, dient daher vorzüglich zum Klären und Schönen von Wein, Bier und Essig, zur Bereitung eßbarer Gallerten oder Gelées, zur Appretur für seidene Bänder, zum Kitten der Edelsteine und des Porzellans, zu englischem Pflaster, zu Fensterscheiben auf Schiffen, Glaspapier zum Durchzeichnen, zu durchsichtigen Oblaten und zum Ueberziehen übelschmeckender Pillen.

Man läßt den Leim zum Gebrauch in Wasser anschwellen, wovon er etwa 3 Gewichttheile aufnimmt, und dann ohne weiteren Wasserzusatz im Wasserbade schmelzen. Die Flüssigkeit ist so dünn wie Wasser und ist erst nach dem Abdampfen auf $^2/_3$ ihres Gewichtes von der zum Gebrauch erforderlichen Consistenz, nämlich fadenziehend. Das Abdampfen geht aber ohne Umrührung wegen der entstehenden Haut sehr langsam. Der grüne Leim, d. h. die aus dem Leimgut erhaltene aber noch nicht eingetrocknete Gallerte, trocknet langsamer und bindet schlechter als der eigentliche Leim. Die Bindekraft erhöht sich daher durch wiederholtes Aufweichen, Umschmelzen und Trocknen. Der Leim aus Hausenblase kann deshalb nicht so gut binden, weil man ihn sogleich vor dem Eintrocknen verbraucht. Der Knochenleim ist gewöhnlich schlechter als der Lederleim, weil er bei der Darstellung im Papin'schen Topfe stark erhitzt wird und bei der Darstellung mit Salzsäure vermöge eines Gehaltes an Chlorcalcium nicht vollkommen austrocknet.

Für die **Schwärzwalzen** dampft man gleichfalls bis zum Fadenziehen ab, damit die Masse an der Luft nicht zu stark schwindet und setzt im Winter das dreifache, im Sommer das zweifache Gewicht Syrup vom Gewichte des trocknen Leimes zu. Haltbarer sind jedoch die aus Glycerin und Leim.

Die **Tupfballen** zum Schwärzen der Stempel erhält man durch Zusatz einer gewissen Menge Kochsalz, welches gleichfalls das Austrocknen des Leimes hindert (10 Leim, 1 Kochsalz, 3 Wasser.)

Auch der krystallisirbare Zucker macht nicht nur den Leim, sondern auch arabisches Gummi hygroskopisch, wie beim **Mundleim**, aus 2 Th. Leim und 1 Th. Zucker, der sich in kaltem Wasser auflöst, bei den elastischen Formen für Galvanoplastik (aus 10 Th Leim mit 1 Th. Candiszucker) und dem geschmeidigen Leim für Etiquetten aus Hutzucker und Gummi und für Briefmarken aus Gummi, Leim und Zucker.

Mit Chlorzink wird er noch hygroskopischer und bleibt klebrig, dient daher als **Fliegen- und Vogelleim**.

Einen **flüssigen Leim**, der aber doch gut trocknet, erhält man durch Auflösen des Leims in Essigsäure, worin er sich schon kalt löst, und Versetzen mit etwas Alkohol und Alaun. Salpetersäure bildet zwar auch flüssigen Leim, allein die Säure verflüchtigt sich nicht, der Leim trocknet langsam, bleibt hygroskopisch und wird daher nie sehr fest.

Beim Leimen des Papiers versetzt man den Leim mit etwas Alaun, der ihn vor dem Verderben schützt und zugleich an der Luft allmälig unauflöslicher in Wasser macht.

Die färbenden und riechenden Theile des gewöhnlichen Leims sind in kaltem Wasser löslich. Man hängt ihn daher in das Wasser, um ihn farb- und geruchlos zu haben. Auch mit schwefliger Säure kann man ihn bleichen, nicht aber mit Chlor, welches ihn gelb färbt und zerstört.

Das Schönen des Weins.

Die Hausenblase wird zu ihren Anwendungen behandelt wie der gewöhnliche Leim. Zum **Schönen** des Weins und Biers, (wenn sie zu langsam hell werden), weicht man aber die Hausenblase blos in Wasser ein, knetet sie nachher mit den Händen und zertheilt sie im Wein oder Bier. Sie quillt gallertartig, behält aber ihr fasriges Gewebe, setzt sich daher leicht ab und reißt dabei alle trübenden Theile mit nieder. Der weiße Knochenleim oder die **Gelatine** hat weniger Werth als Schönungsmittel. Sie wird heiß aufgelöst, die Lösung vertheilt sich in Flüssigkeiten so sehr, daß sie dieselben gar nicht trübt, schlägt sich nur bei Gegenwart von Gerbsäure nieder und zwar weit langsamer als Hausenblase und nimmt dabei zugleich nicht unmerkliche Mengen vorhandener Riechstoffe mit. Die Gelatine schönt daher viel langsamer und schwächt die Kraft des Weines. Sie wird deshalb, obgleich weit billiger, nur selten zum Schönen verwendet. Wird jedoch die Hausenblase statt des blosen Einweichens gekocht, oder in Essigsäure gelöst, so ist sie natürlich nicht mehr werth als Gelatine. Für rothe Weine, die Gerbsäure genug enthalten, wendet man hauptsächlich Eiweiß oder Blut an, weil die Hausenblase zu viel Farbstoff niederschlägt.

Weit vollkommener und schneller als das Schönen wirkt der Weinklärapparat, welcher jetzt sehr allgemein in Gebrauch ist. Derselbe besteht aus einem hölzernen Bottich, welcher oben und unten durch solide Böden verschlossen ist, in der Mitte aber zwei Löcherböden enthält, zwischen denen sich Papiermasse befindet. Mit dem unteren Raume des Bottichs steht eine Pumpe mit Saug- und Druckrohr in Verbindung. Oeffnet man den Hahn des Saugrohrs, so wird der im oberen Raume befindlicher Wein durch das Filter gesaugt. Setzt man das Saugrohr mit einem Faß in Verbindung, öffnet das Druckrohr, und zieht den Kolben der Pumpe empor, so öffnet sich das Saugventil, während sich das Druckventil schließt und die Pumpe füllt sich aus dem Fasse mit Wein. Beim Niederdrücken des Kolbens öffnet sich das Druckventil, während sich das Saugventil schließt. Der Wein wird also aus der Pumpe in den unteren Raum des Bottichs gedrückt und, wenn sich dieser allmälig gefüllt hat, durch das Filter in den oberen Raum. Bei einem Durchmesser des Bottichs von 2—4 Fuß kann der Apparat des Tags 12 — 3600 Liter oder Maas Wein klären. Rothweine werden dadurch nicht an der Farbe geschwächt.

Die Fleischbrühe.

Man hielt früher den Leim für den wesentlichen Bestandtheil der Fleischbrühe. Papin empfahl daher die in seinem Digestor (S. 331) bereitete Knochengallerte als Nahrungsmittel, und die käuflichen Bouillon- oder Suppentafeln bestehen häufig aus Knochenleim statt aus abgedampfter Fleischbrühe. Später fand man, daß der Leim keine nährende Substanz sei. Die Fleischbrühe enthält zwar etwas Leim, aber ihre nährenden und wohlschmeckenden Bestandtheile rühren von anderen Stoffen her.

Das Wasser entzieht dem Fleisch alle löslichen Bestandtheile, wenn nicht das Albumin durch höhere Temperatur gerinnt und dadurch das Austreten des Saftes verhindert. Durch Beisetzen mit kaltem Wasser wird demnach die Brühe, mit kochendem das Fleisch besser. Die Flüssigkeit enthält Kreatin, Kreatinin, alkalische Phosphate, milchsaure und inosinsaure Salze, phosphorsaure Magnesia und Spuren von phosphorsaurem Kalk.

Das Kreatin ist ein indifferenter, krystallisirbarer, stickstoffhaltiger Körper, in kaltem Wasser schwer, leicht aber in heißem löslich, von bitterem, kratzendem Geschmack. Das Kreatinin, welches zum Theil erst beim Kochen aus dem Kreatin entsteht, ist gleichfalls krystallisirbar, aber eine starke Basis, von ätzendem Geschmack, in Wasser leicht löslich. Die Inosinsäure ist eine stickstoffhaltige Säure von angenehmem Fleischbrühgeruch, deren alkalische Salze beim Erhitzen einen starken Bratengeruch entwickeln. Der Geschmack und Geruch muß demnach vorzugsweise der Inosinsäure, die stärkende Kraft kann nur dem Kreatin und Kreatinin angehören.

Suppentafeln und Fleischextract.

Die Suppentafeln aus Fleisch unterscheiden sich von der Knochengallerte (S. oben), daß sich davon gegen 80, von letztrer dagegen nur 4—5% in Weingeist (von 85%) auflösen. Sie sind jetzt ganz durch das Fleischextract verdrängt, welches man durch Digestion von gehacktem Fleisch mit Wasser und Abdampfen des Auszuges im Wasserbad (bei etwa 45° R.) erhält. Es unterscheidet sich wesentlich von den Suppentafeln, welche durch Auskochen des Fleisches oder mitunter sogar blos der Knochen bereitet werden, wesentlich dadurch, daß sie frei von Leim sind, welcher nicht assimilirbar ist und daher das Präparat, na

mentlich für Kranke, schwer verdaulich macht. Das gerinnende Eiweiß und das Fett werden entfernt. Es wurde früher blos in Apotheken als Arzneimittel bereitet, wird aber jetzt in solchen Gegenden America's im Großen dargestellt, wo das Fleisch sehr billig ist und kommt von dort in den europäischen Handel

Ausgelaugte Faser wird beim Kochen hart und hornig. Das Erhärten wird durch das zwischen der Faser liegende und gerinnende Albumin gehindert.

Knorpelleim.

Der Knorpelleim oder das Chondrin, $C_{32}H_{26}N_4O_{14}$ stimmt in seinen Eigenschaften mit dem Knochenleim überein, ist aber gewöhnlich weniger gefärbt, wird durch Essigsäure, Bleizucker, Alaun, schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Eisenoxyd gefällt. Er entsteht durch 12—18stündiges Kochen der Knorpeln und wird gereinigt und angewendet.

Das **Fibroïn** $C_{39}H_{31}N_6O_{17}$ bildet den Faserstoff der Seide und der Badeschwämme.

Einzeln vorkommende organische Körper.

Man theilt sie gewöhnlich in krystallisirbare indifferente Stoffe, ätherische Oele, Harze und Farbstoffe.

Diese Abtheilung umfaßt nur solche Körper, welche zu wenig untersucht sind, um sie einer Gruppe anzureihen, der sie nach ihrer chemischen Beschaffenheit angehören. Mit mehreren derselben ist es bereits geschehen. So werden jetzt viele ätherische Oele und sämmtliche Alkohole unter die Säuren und Halidbasen gezählt.

Krystallisirbare indifferente Stoffe.

Nur drei davon: das Flechten-, Blauholz und Fernambukroth, sowie Amygdalin sind technisch wichtig.

Das Flechtenroth oder Orcin, $C_{16}H_8O_4$ krystallisirt in farblosen Nadeln, löst sich in Wasser und Weingeist, absorbirt viel Ammoniak und verwandelt sich mit Wasser und Luft durch Oxydation in eine violette Lösung, woraus Essigsäure einen rothen Körper, das Orceïn fällt, welches in Ammoniak mit blutrother, in fixen Alkalien mit violetter Farbe gelöst wird. Es findet sich in mehreren Flechten, welche deshalb zum Rothfärben dienen.

Das Blauholzroth, Hämatin oder Hämatoxylin, $C_{32}H_{14}O_{12}$ krystallisirt in strohgelben Prismen, in Wasser, leichter aber in Alkohol und Aether löslich, wird durch blose Luft nicht verändert, aber schon durch eine Spur Ammoniak durch Oxydation geröthet und in Hämateïn ($C_{32}H_{12}O_{12}$) verwandelt, aber durch Schwefelwasserstoff wieder entfärbt, von Säuren und Ammoniak wird es mit rother, von fixen Alkalien mit anfangs blauer, dann braunrother Farbe gelöst. Man erhält es durch Ausziehen des wässrigen Auszuges des Blauholzes mit Aether.

Das Fernambukroth oder Brasilin, $C_{18}H_7O_6$ krystallisirt in farblosen Prismen, ist in Wasser, Alkohol und Aether löslich und bildet durch Kochen mit Wasser

das Brasileïn, welches in rothen Krystallen erscheint. Man erhält es durch Ausziehen des Fernambuk- oder Brasilienholzes durch Alkohol oder Aether.

Das Amygdalin $C_{40}H_{27}NO_{22}$ krystallisirt in farblosen Prismen, ist in Wasser und Weingeist, nicht aber in Aether auflöslich. Es findet sich in den Kernen der Steinobstarten, in den Blättern des Kirschlorbeers und in der Rinde der Vogelkirsche, besonders aber in den bitteren Mandeln (Amygdalus). Diese Substanzen entwickeln in frischem oder wasserhaltigem Zustand, jedoch erst beim Zerreiben, den bekannten Bittermandel- oder Blau-

säuregeruch und -Geschmack. Das Emulsin (S. 329), welches das Amygdalin in Blausäure, Zucker und Bittermandelöl zersetzt, ist zwar mit dem Amygdalin in denselben Pflanzentheilen enthalten, aber beide befinden sich wahrscheinlich in gesonderten Zellen.

Flüchtige Oele.

Die flüchtigen oder ätherischen Oele sind bei gewöhnlicher Temperatur meistens tropfbar flüssig, nur wenige, wie der Campher, fest, oder butterartig (wie das Beifuß-, Kamillen- und Hollunderblütenöl), aber dann leicht schmelzbar. Die meisten sind im frischen Zustande gelblich oder farblos (wie das Terpentin- oder Wachholderöl), manche gelb (wie das Kümmel- und Calmusöl), braun (wie das Nelken- und Spanischhopfenöl), roth (wie das Krausemünz- und Sadebaumöl) oder grün (wie das Salbei- und Wermuthöl), am seltensten blau (wie das Camillen-, Schafgarben- und Wohlverleihblütenöl). Sie besitzen alle einen ausgezeichneten Geruch und scharfen brennenden Geschmack und fühlen sich nicht, wie die fetten Oele, schlüpfrig, sondern rauh an. Sie erzeugen auf Papier einen durchscheinenden Fleck, der aber beim Erwärmen verschwindet. Die meisten sind leichter, einige schwerer als Wasser (wie die schwefelhaltigen Oele, das Nelkenöl und in krystallisirtem Zustande das Anisöl). In der Kälte (bisweilen etwas über, gewöhnlich aber unter 0°) scheiden sich die meisten in eine feste Substanz, Stearopten und eine flüssige, Eläopten. Sie kochen meist bei 120 bis 128° R. Bei der Destillation wird der größte Theil des Oels zersetzt. Mit Wasserdämpfen lassen sie sich bei niedrigeren Temperaturen und ohne Zersetzung verflüchtigen.

Die ätherischen Oele sind in Wasser etwas löslich, so daß sie ihm ihren eigenthümlichen Geruch ertheilen. In wasserhaltigem Alkohol lösen sich nur die sauerstoffhaltigen und zwar um so mehr, je mehr Sauerstoff sie enthalten. In absolutem Alkohol, Aether, Chloroform, fetten Oelen und in concentrirter Essigsäure lösen sie sich leicht. Sie lösen Fette, Harze, einige Farbstoffe, Pflanzenbasen und in der Wärme auch Schwefel und Phosphor auf.

Durch das Licht, besonders bei Luftzutritt verändern sich viele, werden dunkler, dickflüssig und verlieren viel von ihrem Geruche. Sie nehmen dabei Sauerstoff auf, entwickeln Kohlensäure und verwandeln sich meist in Essigsäure, Benzoësäure und Harz. Sie sind leicht entzündlich und verbrennen mit röthlicher, rußender Flamme. Einige entzünden sich beim Mischen mit rauchender Salpetersäure oder Salpetersäure und Schwefelsäure, manche verpuffen mit Jod. Mit Salzsäure bilden mehrere sauerstofffreie Oele chemische Verbindungen von fester Beschaffenheit. Zu Basen haben sie wenig Verwandtschaft.

Nach ihrer chemischen Zusammensetzung theilt man sie in sauerstofffreie, sauerstoffhaltige und schwefelhaltige.

Die ätherischen Oele kommen vorzugsweise im Pflanzenreich vor, nur wenige im Thier- und Mineralreich. Sie finden sich theils in einzelnen, theils in allen Theilen gewisser Pflanzen, in Wurzeln, Rinden, Blättern, Blüten, Früchten, Samen. Oft enthalten einzelne Theile einer und derselben Pflanze verschiedene flüchtige Oele. Im Thierreiche bilden sie die noch wenig untersuchten Riechstoffe und im Mineralreiche ist besonders das Steinöl wichtig.

Die meisten ätherischen Oele werden durch Destillation der ölhaltigen Pflanzenstoffe mit Wasser erhalten, indem sich das Oel aus dem Wasser

beim Erkalten wieder größtentheils abscheidet. Nur wenige können durch Auspressen erhalten werden. In sehr kleinen Mengen vorkommende zieht man durch feines Olivenöl oder Glycerin aus (s. S. 261). Einige entstehen durch trockene Destillation und heißen **Brandöle**, **brenzliche** oder **empyreumatische** Oele, wie das Theer-, Birken-, Cautschuk- und Hirschhornöl. Durch Gährung entstehen die Fermentöle. Die wichtigsten derselben sind die, welche bei der Gährung geistiger Flüssigkeiten entstehen. Sie heißen **Fuselöle** und gehören zu den Aetherarten.

Die ätherischen Oele sind entweder als solche oder als die riechenden und wirksamen Bestandtheile aromatischer Pflanzenstoffe für die Medicin und Technik von Wichtigkeit. Wegen ihrer flüchtigen Schärfe dienen sie als nervenreizende und belebende Arzneimittel, viele wegen ihres Wohlgeruchs und angenehmen Geschmackes als Hauptbestandtheile der Gewürze, zur Pärfüm- und Likörfabrication, als Gährung und Fäulniß hindernde Mittel, zur Vertreibung schädlicher Insecten und wegen ihrer Eigenschaft Harze und Fette aufzulösen. Die wohlfeileren wie Terpentin-, Rosmarin-, Lavendel- und Spieköl zur Firnißbereitung, zur Verdünnung der Oelfarben und zum Ausmachen von Harz- und Fettflecken für Stoffe, welche weder Lauge noch Seife vertragen.

Das Terpentinöl dient als Zusatz zu Oelfarben und fetten Firnissen nicht blos zur Verdünnung, sondern es absorbirt, besonders durch Farben zertheilt, sehr schnell Sauerstoff, verwandelt denselben in Ozon, überträgt dieses auf trocknende fette Oele, befördert dadurch das Trocknen derselben und ist in dieser Beziehung durch Steinöl nicht zu ersetzen. Es vermehrt ferner die Reibung, also auch das Angreifen harter Substanzen durch Instrumente wie beim Bohren und Feilen des Glases und Stahls.

Die billigsten, wie das Terpentinöl, in reinem Zustande **Camphin** genannt, und das Stein- und Theeröl dienen auch zur Beleuchtung, weil sie in Lampen mit doppeltem Luftzuge mit rußfreier und stark leuchtender Flamme verbrennen. Sowohl zum Zwecke der Firnißbereitung, als der Beleuchtung müssen sie vollkommen harzfrei sein. Man destillirt sie zu diesem Zwecke mit Kalkmilch, und entwässert sie dann durch Schütteln mit Fließpapier, welches das Wasser einsaugt.

Die sauerstofffreien ätherischen Oele sind unter einander polymer $= C_{10}H_8$ und drei davon isomer, nämlich das Terpentin-, Wachholder- und Birkentheeröl $= C_{20}H_{16}$. Auch das Steinöl, Citronen- und Bergamottöl gehören zu den sauerstofffreien Oelen.

Das Steinöl oder Petroleum quillt an verschiedenen Orten, namentlich in Nordamerica, im Orient, Italien, Frankreich und in Bayern zu Tegernsee aus dem Boden, in Persien farblos und wasserklar, von durchdringendem Geruche, sonst gewöhnlich röthlichgelb mit blauem Schiller. Dient in der Chirurgie zum Einreiben, als Brenn- und Leuchtmaterial und zur Aufbewahrung der Leichtmetalle.

Die übrigen sind fast ohne Ausnahme sauerstoffhaltig.

Das americanische Steinöl steht sowohl in Leuchtkraft und Verbrauch als im Preise dem Solaröl ziemlich gleich. Das rohe Oel ist ein Gemenge von mehreren, meist sauerstofffreien Verbindungen und enthält u. A. ein Gas gelöst, welches schon bei schwachem Erwärmen entweicht und leicht entzündlich ist. Das rohe Oel entzündet sich daher beim Verschütten durch eine genäherte Flamme sehr leicht, weil es ohne Docht brennt. Es wird deswegen nicht zum Eisenbahntransport übernommen und es kommt deshalb nur das destillirte oder raffinirte Oel im Handel vor. Das bei der Destillation zuerst übergehende Oel eignet sich wegen seiner Flüchtigkeit nur zum Verdünnen der Oelfarbe [1]) und das später übergehende

1) Nicht aber zur Firnißbereitung, weil es Dammarharz, Copal und Bernstein

ist das **raffinirte Petroleum**, welches eben so gefahrlos ist wie Solaröl, indem es sich (ohne Erwärmung) ohne Docht nicht entzünden läßt. Das leicht entzündliche Oel kommt nicht im Handel vor, obgleich es nicht gefährlicher ist als Terpentinöl. — Es läßt sich übrigens vom schwereren Oel durch Destillation keineswegs genau scheiden. Man kann daher nur angeben, daß der flüchtigere Theil ungefähr $1/_8$ des rohen Oels beträgt und specifisch leichter (ungefähr von 0,70 sp. Gew.), der weniger flüchtige Theil ist schwerer (von etwa 0,80 sp. Gew.) und bildet den übrigen Theil des Oels nebst etwas Paraffin und Theer. Von ersterem wird es durch Destillation, vom Theer, der es braun färbt, durch Schwefelsäure befreit.

Der **Campher**, welcher zu den sauerstoffhaltigen Oelen gehört, ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, krystallisirt in farblosen Oktaedern, ist sehr zähe und läßt sich nur nach dem Benetzen mit Weingeist pulvern. Er wird aus dem Holze des Campherbaumes mit Wasser destillirt, aber sodann durch wiederholte Sublimation gereinigt. Er wird hauptsächlich in der Arzneikunde, zur Vertreibung der Motten und in der Feuerwerkerei zur Vergrößerung der Flamme benützt. Innerlich genommen wirkt er schon in kleiner Menge ($1/_2$ Quint) giftig, indem heftige Berauschuug, Wahnsinn und Schlagfluß erfolgt. Man wendet kalte Begießungen des Kopfes und Opium dagegen an.

Die **schwefelhaltigen ätherischen Oele** gehören nach ihrer chemischen Zusammensetzung zu den Halidverbindungen (S. 278).

Harze.

Die Harze sind amorphe, selten krystallisirbare, theils farblose, theils gefärbte, spröde Körper von 0,93—1,20 spec. Gew., geruch- und geschmacklos, gewöhnlich aber durch einen Gehalt an ätherischem Oel von gewürzhaftem Geruch und Geschmack. Nach ihrem Gehalt an ätherischem Oel unterscheidet man **Balsame**, welche so viel ätherisches Oel enthalten, daß sie Flüssigkeiten von Honigconsistenz bilden, wie der Terpentin; Weichharz, welche zwar fest, aber zähe und geschmeidig sind, wie Elemi und Anime; und **Hartharze**, welche, wie die meisten Harze hart und brüchig sind [1]). Andere sind mit Gummi oder Schleim gemengt und heißen dann **Gummi-** oder **Schleimharze**. Die Harze leiten die Elektricität nicht, werden aber durch Reiben stark negativ elektrisch. Sie schmelzen bei mäßiger Wärme und zersetzen sich bei höherer Temperatur in Kohlensäure, Brandsäuren und Kohle. An der Luft entzündet, verbrennen sie mit heller, stark rußender Flamme. In Wasser sind sie nicht, wohl aber in Weingeist, flüchtigen Oelen, Schwefelkohlenstoff und Chloroform, einige auch in Aether löslich. Fette Oele verbinden sich gewöhnlich leicht mit geschmolzenen Harzen. Die geistige Lösung röthet meistens das Lackmuspapier. Mit Alkalien bilden sie in Wasser lösliche **Harzseifen.** Fast alle Harze bestehen aus mehreren Harzarten, die sich durch ihre Auflösungsmittel und ihr Verhalten zu den Basen unterscheiden. Ihre entfernteren Bestandtheile sind Kohlenstoff und Wasserstoff mit wenig Sauerstoff.

Die Harze kommen vorzugsweise im Pflanzenreiche vor, weniger im

---

nicht auflöst und bei der Auflösung dieser Harze, welche heiß geschehen muß, zu gefährlich wäre.

1) Andere verstehen unter **Weichharzen** die, welche schon in kaltem Weingeist, unter **Hartharzen** jene, welche nur in heißem Weingeist auflöslich sind, wieder Andere verstehen unter Weichharzen diejenigen, welche man durch Ausziehen mit Alkohol oder Aether erhält. Sie bestehen aus Harz, ätherischem oder fettem Oel, vielleicht auch mit Wasser und haben eine weiche Consistenz wie der Vogelleim.

Thier- und Mineralreich. Auch bei der Zersetzung organischer Körper durch Säuren und höhere Temperatur entstehen Harze.

Sie fließen theils freiwillig, theils durch künstlich gemachte Einschnitte aus der Rinde der Bäume hervor, meistens mit ätherischem Oele gemengt, welches zum Theil an der Luft verdunstet, zum Theil unter Aufnahme von Sauerstoff sich selbst in Harz verwandelt. Aus vielen Pflanzen erhält man sie nur durch Ausziehen mit Weingeist, Fällen der weingeistigen Lösung mit Wasser, Trocknen und Schmelzen.

Balsame.

Von den Balsamen sind die wichtigsten der Terpentin, Copaivabalsam, Perubalsam und der flüssige Storax.

Der Terpentin ist eine farblose oder gelbliche, honigartige Flüssigkeit von kienartigem Geruche und bitterlich scharfem Geschmack, wird in der Wärme flüssiger und erhärtet allmälig an der Luft. Er besteht aus einem ätherischen Oel und 3 verschiedenen Harzen. Er fließt aus der Rinde mehrerer Nadelholzarten der Gattung Pinus. Man unterscheidet hauptsächlich 2 Sorten, den **gemeinen Terpentin** aus Fichten und Tannen (Pinus Abies und sylvestris), welcher trüb und dickflüssig ist und vorzüglich auf dem Franken-, Thüringer- und Schwarzwald gewonnen wird und den **venetianischen Terpentin** aus der Lärche (Pinus Larix), welcher klar und dünnflüssig ist und vorzüglich aus Illyrien, Norditalien und Südfrankreich kommt.

Weniger kommt bei uns vor der französische Terpentin von Pinus maritima aus der Gegend von Bordeaux in Südfrankreich und der Elsasser Terpentin von der Weißtanne (Pinus picea).

Der Terpentin dient dazu, gewissen Harzmischungen, wie Kitten, Pflastern, Salben und Siegellack, mehr Weichheit und Geschmeidigkeit zu geben und das Springen der Firnisse zu verhüten. Durch Austrocknen an der Luft liefert er das **Fichtenharz**, durch Destilliren mit Wasser das Terpentinöl und als Rückstand den gekochten Terpentin, der durch Ausschmelzen das **Colophonium** liefert.

Der Copaivabalsam ist eine blaßgelbe, ziemlich dünne Flüssigkeit von starkem Geruch und bitter scharfem Geschmack, verdickt und verharzt sich allmälig an der Luft, löst große Mengen Magnesia auf und wird von Ammoniak gelöst; fließt aus einigen südamericanischen Bäumen (Copaifera officinalis, coriacea u. a.) und dient vorzüglich als Arzneimittel und zur Darstellung des Oelpapiers.

Der Copaivabalsam wird auch als geschmeidigmachender Zusatz zu farblosen Firnissen (namentlich Dammar) empfohlen, allein zeigt er auch anfangs diese Wirkung, so trocknet er bald nicht nur selbst zur spröden Masse ein, sondern beschleunigt zugleich auch das Austrocknen des festen Harzes so, daß der Firniß (besonders in der Sonne) weit früher rissig wird als ohne diesen Zusatz. Außerdem dunkelt er sehr stark nach.

Der Perubalsam ist eine dunkelbraune, ölartige Flüssigkeit von vanilleartigem Geruch und kratzendem, erwärmendem Geschmack, verdickt sich an der Luft, wird aus einem südamericanischen Baume (Myroxylon peruiferum), gewöhnlich durch Auskochen der Zweige mit Wasser erhalten und wird in der Medicin und als Parfüm zu Pomaden, Tincturen, Siegellack, Chocolade, Likör 2c. statt Vanille gebraucht.

Der flüssige Storax ist eine trübe, aschgraue Masse von der Zähigkeit des gemeinen Terpentins, benzoeartigem Geruch und brennendem Geschmack, trocknet leicht ein, fließt aus einem südamericanischen Baum (Liquid-

ambar styraciflua) und dient besonders zu Räucherkerzchen, Salben und als Lack für Conditorwaaren.

Hart- und Weichharze.

Von den eigentlichen Harzen sind die wichtigsten das Fichtenharz, der Gummilack, Mastix, Sandarak, das Dammar, das Elemi, der Copal, Bernstein, Asphalt, die Benzoë und das Drachenblut.

Das Fichtenharz, weiße Harz oder Galipot, welches durch theilweises Erhärten des Terpentins an der Luft entsteht, ist zerbrechlich, aber in der warmen Hand knetbar, honiggelb, trüb durch einen Gehalt an Wasser, riecht stark nach Terpentin und ist mit Holz- und Rindentheilen verunreinigt.

Es dient zu geringeren, (billigen, aber bald rissig werdenden) Firnissen und Siegellacksorten, zu Harzseife, zum Leimen des Papiers, hauptsächlich aber zur Darstellung des **gemeinen braunen Peches**, indem man es schmilzt, bis es braun und durchscheinend wird, und durch Stroh seiht. Was erst bei stärkerem Druck ausfließt, dunkel und trüb ist, heißt **schwarzes Pech**. Die Preßrückstände, Pechgrieven dienen zur Kienrußbereitung. Destillirt man dagegen das Fichtenharz mit Wasser, um das darin enthaltene Terpentinöl zu erhalten, so heißt der Rückstand **gekochter Terpentin;** rührt man ihn mit 15% Wasser zusammen, so heißt er **gelbes Fichtenharz;** schmilzt man ihn dagegen und seiht ihn durch, so erhält man das **weiße** oder **Burgunder Pech.** Schmilzt man das weiße Pech bis zu vollständigem Entweichen des Terpentinöls, so erhält man das **Colophonium**, welches sich durch seine größere Härte, Sprödigkeit und Durchsichtigkeit vom Pech unterscheidet.

Das gewöhnliche braune Pech ist ein rothbraunes, trübes, an den Kanten durchscheinendes Harz von angenehmem, von dem des rohen Fichtenharzes verschiedenem Geruche, nimmt bei mittlerer Temperatur (15° R.) nur schwache Eindrücke vom Fingernagel an, fließt jedoch an warmen Orten (über + 15° R.) allmälig aus einander und wird daher in Kübeln verkauft, während das rohe Fichtenharz vermöge seines Wassergehaltes nicht fließt, obgleich es bedeutend weicher ist.

Das Colophonium oder Geigenharz ist durchsichtig, in reinstem Zustand blaßgelb, in unreinem rothbraun bis schwarzbraun, spröde, leicht zerreiblich, von muschelichem Bruch, fast geruch- und geschmacklos, besteht aus zwei verschiedenen Harzen und löst sich leicht in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen.

Das schwarze und braune Pech wird beim Schiff- und Wasserbau, letzteres auch bei Metzgern, bei Schuhmachern zum Wichsen des Drahtes, zum Pichen verschiedener Gefäße, besonders der Bierfässer und Rinnen, das weiße Pech zu Windlichtern, das Colophonium zum Bestreichen der Violinbogen, zu ordinären Firnissen, Pflaster- und andern Harzmischungen, besonders zu Wagenschmiere benützt.

Beim Leimen des Papiers versetzt man das Ganzzeug zuerst mit einer Auflösung von Harz in Aetzlauge, bringt es 1/2 Stunde in Bewegung, fügt dann Alaunauflösung hinzu, und setzt es noch 1/2 Stunde in Bewegung. Es schlägt sich harzsaure Thonerde in der Faser nieder und schwefelsaures Kali geht in Auflösung. Aber beim Trocknen des Papiers auf mit Dampf geheizten Cylindern schrumpft der Leim zusammen, ein Theil der Faser verliert die Leimung und würde nun die Tinte durchlassen. Man legt daher das Papier in Schichten von 1/4'' zwischen feuchte Filztafeln, bis es angezogen hat, läßt es dann in 5' hohen Stößen unter 15° R. stehen und trocknet hierauf langsam. Durch dieses Verfahren, das **Materifiren** des Papiers, quillt der Harzleim von Neuem auf, so daß er sich wieder durch die ganze Faser ausdehnt. Durch das langsamere Trocknen verwandelt die Faser zugleich ihre gestreckte Stellung, welche sie durch die Spannung während ihres Laufes annahm, in eine mehr gekrümmte und verfilzt sich in höherem Grad. Das Papier wird stärker und elastischer.

In England wird das bessere Papier nur halb im Zeug mit Harz geleimt und wegen des Zusammenziehens langsam getrocknet. Solches Papier ist weniger spröde, aber bei dem nachträglichen Leimen bleibt der Leim oft auf der Oberfläche sitzen, so daß die Tinte hin und wieder, wie auf fetten Stellen, schlecht haftet.

Zu *Schusterpech* wird das braune Pech mit Wasser gebrüht und bis zum Erkalten damit gerührt. Es zertheilt sich in Wasser, behält beim Erkalten viel davon zurück, wird undurchsichtig weiß und läßt sich nun angreifen, ohne an die Finger zu kleben. Man formt kleine Ballen daraus und hebt sie in Wasser auf. — Die *Metzger* bestreuen die Schweine vor dem Brühen mit Pech. Die Haut wird dadurch erweicht und läßt die Borsten leichter gehen. — Man hängt zuweilen beim *Waschen* etwas Pech in einem Säckchen in die Waschbrühe, weil es die Wäsche weißer machen soll. Wahrscheinlich löst sich etwas in dem Seifenwasser. — Für die *Bierbrauer* darf es weder zu weich noch zu spröde sein. In ersterem Fall enthält es noch viel Oel und wirkt zu sehr auf den Geschmack, in letzterem springt es leicht ab. Das schwarze Theerpech ist nicht geeignet, weil sein Geruch nicht so angenehm ist, wie der des Fichtenharzpeches.

Die *gemeine Wagenschmiere* besteht aus einer Mischuug von Pech, Talg und Oel, mit Grünspan gefärbt. Sie eignet sich aber nur für hölzerne Achsen, bei eisernen, welche sich stark erhitzen, verdickt oder verharzt sie sich. Man bereitet daher für letztere eine Schmiere aus Theer.

Der *Gummilack* kommt in 3 Sorten im Handel vor: als Stocklack, Körnerlack und Schellack.

Der *Stocklack* erscheint in dunkel rothbraunen, glänzenden, an den Kanten durchsichtigen, harten, höckerigen Harzkrusten von zusammenziehendem Geschmack und ohne Geruch, welche noch die Zweige umhüllen von mehreren ostindischen Bäumen (Ficus religiosa, F. indica, Croton lacciferum), aus denen er hervorquillt, in Folge eines Einstiches der Lackschildlaus (Coccus laccae), welche ihre Eier hineinlegt.

Er besteht hauptsächlich aus 5 verschiedenen Harzen, Wachs und einem von dem Insect ausgesonderten rothen Farbstoff.

Der *Körnerlack* bildet kleine unregelmäßige Stücke, welche man durch Abklopfen des Stocklackes von den Zweigen und Ausziehen des Farbstoffes mit warmem Wasser erhält, und besitzt daher weniger Farbstoff als der Stocklack.

Der *Schellack* bildet bräunlichgelbe, durchscheinende, glänzende, platte Stücke. Man erhält ihn, indem man den Körnerlack in Säcken über Kohlen schmilzt, durch Zusammendrehen auspreßt, um ihn von Insectenresten und Holztheilen zu reinigen, und auf Pisangblättern auffängt.

Der Gummilack schmilzt leicht (bei 75° R.) anfangs unter Entwicklung eines angenehm harzigen, später aber unangenehm hornähnlichen Geruches, löst sich in Oelen nicht, wohl aber in Weingeist bei gewöhnlicher Temperatur und in kohlensauren Alkalien beim Erhitzen. Aether zieht nur das Wachs aus. Aetzende Alkalien lösen ihn schon bei gewöhnlicher Temperatur, verwandeln ihn aber zugleich in eine weiche, klebrige Masse, die nicht wieder erhärtet. Die Auflösungen sind trüb durch die Abscheidung des unlöslichen Wachses. Kochendes Wasser, noch leichter eine Auflösung von kaltem kohlensaurem Alkali entzieht ihm den rothen Farbstoff. Filtrirt man die geistige Lösung oder fällt die filtrirte alkalische Lösung mit sehr verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, so erhält man mit Weingeist eine klare Auflösung. Er wird durch Chlor vollkommen *gebleicht*. Man löst ihn (25 Th.) in Sodalösung (10 kryst. Soda in 600 W.), setzt unterchlorigsaures Natron zu (30 Chlorkalk, 30 Soda, 600 W.) und etwas verdünnte Salzsäure, so daß sich nichts ausscheidet, stellt die Lösung einige Tage in die Sonne, beseitigt das Chlor durch schwefligsaures Natron, scheidet das Harz durch Salzsäure ab und wäscht es mit warmem Wasser. Ohne diese Vorsicht, d. h. wenn das Chlor auf ungelöstes Harz einwirkt, wird dasselbe spröde und schwer löslich. Durch überschüssige Säure wird es weich und klebrig. Der gebleichte Schellack löst sich leichter in Weingeist, wenn er zuvor in Aether gequollen war.

Der Gummilack ist das einzige in Weingeist auflösliche Harz, welches mit großer Härte eine solche Geschmeidigkeit verbindet, daß es ohne allen

Zusatz von Oel zu Firnissen anwendbar ist. Am geschmeidigsten ist der Stocklack. Der Körnerlack hat durch das Auskochen mit Wasser schon etwas von seiner Geschmeidigkeit verloren, noch mehr aber der Schellack durch das Schmelzen. Der Stock- und Körnerlack werden jedoch gewöhnlich nur zu Etuislack, sonst fast immer der Schellack benützt, weil er von gröberen Unreinigkeiten frei und daher seine Auflösung nicht filtrirt zu werden braucht. Die Auflösung des Schellacks wird jedoch selten als wirklicher Firniß benützt, weil er wegen seines Wachsgehaltes zu wenig Glanz hat und in stärkeren Lagen braun und undurchsichtig erscheint, sondern gewöhnlich nur als **Tischlerpolitur**, eine dünne Auflösung, welche mit einem Ballen eingerieben wird. Der gebleichte dient als Politur für hellfarbige Holzarten.

Der Schellack bildet vermöge seiner Zähigkeit, Härte und Dickflüssigkeit einen eben so einfachen als festen Kitt und die unentbehrliche Grundlage des Siegellacks, dem man noch Terpentin, Kreide und Zinnober oder einen andern Farbstoff zusetzt. Der Terpentin vermehrt die Geschmeidigkeit, die Kreide die Dickflüssigkeit.

Er dient ferner statt des Leimes zum Steifen der Hüte, weil er sie nicht nur dem Zerknicken weniger unterworfen, sondern auch wasserdicht macht. Auch in Boraxauflösung löst er sich beim Kochen, nicht aber bei gewöhnlicher Temperatur. Die Auflösung kommt billiger als die geistige und wird daher zuweilen in der Hutmacherei angewendet.

Der wässerige Auszug des Stocklacks, welcher den zusammenziehenden Farbstoff enthält, wird in der Medicin als Zahntinctur benützt, und der Farbstoff (Lac dye) kommt an Schönheit der Cochenille fast gleich und übertrifft sie an Dauerhaftigkeit.

Der M a s t i x bildet kleine, rundliche, hellgelbe, durchsichtige, aber bestäubte Körner oder Thränen, ist auf dem Bruche glasglänzend, ziemlich weich, bei gewöhnlicher Temperatur sehr spröde, aber doch viel geschmeidiger als Sandarak, und erweicht beim Kauen zur wachsähnlichen Masse, hat einen angenehmen, aber schwachen Geruch, der auf glühenden Kohlen deutlicher hervortritt, schmilzt leicht (bei 75° R.) löst sich in Weingeist leicht, aber nicht vollständig, unter Zurücklassung eines nur in Aether und absolutem Alkohol löslichen Harzes (Masticin). In fetten Oelen löst er sich schwierig. Er fließt aus einem besonders in Griechenland angebauten Baume (Pistacia Lentiscus).

Der Mastix dient zum Räuchern und im Orient zum Kauen, um das Zahnfleisch zu stärken und den Athem wohlriechend zu machen, die Auflösungen in Weingeist und in Terpentinöl dienen als farblose Firnisse für weiße Metalle* und Oelgemälde. Er verzögert das Trocknen und dient daher als geschmeidiger Zusatz für andere Firnisse, besonders mit Sandarak und Elemi für Pappwaaren und Landkarten.

Bei der Anwendung des Mastix als Gemäldefirniß gewährt er den Vortheil, daß er troß seiner Geschmeidigkeit doch noch spröde genug ist, um sich durch bloses Reiben mit dem trocknen Finger, besonders, nachdem dieser durch Kreide etwas rauh gemacht ist, wieder abschleifen zu lassen, wenn er durch die Länge der Zeit nachgedunkelt hat, d. h. gelb oder braun geworden ist. Dieses Verfahren wird häufig bei werthvollen Gemälden angewendet, weil das gewöhnliche Auflösungsmittel für den Bilderfirniß, ein Gemenge von Weingeist und Terpentinöl zu leicht das Gemälde selbst angreift. Jetzt ist er durch den Dammarfirniß verdrängt.

Der S a n d a r a k ist dem Mastix ähnlich, bildet jedoch in der Regel weit längere Tropfen, ist härter, aber auch viel spröder als Mastix, erweicht nicht zwischen den Zähnen, sondern zerkaut sich zu Pulver. Er hat einen weniger angenehmen, mehr terpentinartigen Geruch, ist weit schwerer schmelzbar als Mastix, löst sich in Terpentinöl nur zum Theil, in absolutem Alko-

hol aber vollständig. Er besteht aus 3 verschiedenen Harzen und fließt aus einem nordamericanischen Baume (Thuja articulata).

Er dient als Radirpulver (um das Ausfließen der Tinte auf radirten Stellen zu verhindern), zum Räuchern und zu farblosen Firnissen, er ist jedoch wegen seiner Sprödigkeit nur mit weicheren Zusätzen (Mastix, Anime, Elemi, Terpentin, Campher) anwendbar und wird beim Trocknen leicht trüb, wenn er nicht in warmer und trockener Luft und auf etwas erwärmten Flächen aufgetragen und beim Auftragen etwas erwärmt worden war, ist dagegen wegen seines ausgezeichneten Glanzes und seiner Auflöslichkeit in Weingeist unentbehrlich als Firniß für Buchbinderarbeiten, Landkarten, Kupferstiche u. dgl., wozu Dammar nicht brauchbar ist, da er sich zu wenig in Weingeist auflöst und zu lange klebt. Wegen seiner Härte eignet er sich zum Schleifen und wird sowohl deshalb als wegen seiner Billigkeit häufig als Möbellack verwendet.

Das **Dammar** oder Katzenaugenharz kommt in Stücken von der Größe einer Muscatnuß bis zu Blöcken von 2—3 Centnern vor, ist gelblich, aber noch blasser als Mastix und Sandarak, das durchsichtigste aller Harze, aber oberflächlich bestäubt, geruch- und geschmacklos, weicher als Sandarak, aber etwas härter als Mastix, spröde, so leicht schmelzbar wie Mastix, verbrennt mit weihrauchähnlichem Geruch, ohne abzutropfen, löst sich in Weingeist nur theilweise, aber vollständig in Aether, flüchtigen und fetten Oelen und fließt aus einem ostindischen Baume (Agathis loranthifolia).

Der Dammarfirniß ist jetzt der bei weitem gebräuchlichste farblose Firniß und hat in dieser Beziehung den Mastix fast gänzlich verdrängt. Er übertrifft ihn an Klarheit, Farblosigkeit und Härte, während er ebenso leicht auflöslich und 10 mal billiger ist, schneller trocknet und nicht nachdunkelt. Er behält zwar lange eine gewisse Klebrigkeit, läßt sich aber zuletzt eben so leicht von den Gemälden abreiben als Mastix. Man versetzt ihn bisweilen mit Terpentin, um ihn geschmeidiger zu machen, allein er wird auch davon weit klebriger und dunkelt mehr nach. Für reinen Weingeistfirniß wird das Harz zuvor in Aether gequellt. Die Auflösung in Mohn- und Leinöl dient als Retouchirfirniß, taugt aber zum Lackiren nicht, weil sie zu langsam trocknet und zu lange klebt. Da das Dammarharz leicht schmilzt, aber dabei dickflüssig bleibt, so ersetzt es bei hellfarbigem Siegellack mit Vortheil den Schellack, ohne jedoch die Geschmeidigkeit des Schellacks zu besitzen.

Die Hauptvorzüge des Dammarfirnisses bestehen in der **leichten Bereitung**, dem starken **Glanz**, der **Farblosigkeit** und dem **schnellen Trocknen**. Seine Fehler sind, daß er, obgleich er schnell erhärtet und (namentlich an luftigen Orten, an Fenstern) selbst **rissig** wird, schon unter der warmen Hand wieder **erweicht** und **klebt**. Er erhärtet nämlich blos an der äußersten Oberfläche, während die untere Schichte noch lange weich bleibt. Er darf daher nur in dünnen Schichten und nur nach vollkommenem Austrocknen des früheren Anstriches aufgetragen werden.

Das Haupthinderniß des Trocknens ist der Wassergehalt des Harzes. Der Firniß soll daher nur aus hellen Harzstücken bereitet werden, weil die trüben Schleim und Wasser enthalten. Man pulverisirt das Harz und läßt es an der Luft vollkommen austrocknen. Es darf ferner nicht kalt aufgelöst werden, sondern man rührt es allmälig in das kochende Terpentinöl, wodurch die letzten Reste des Wassers entweichen. Setzt man das Harz **vor** dem Erhitzen zu, so erfordert die Flüssigkeit eine höhere Temperatur zum Kochen und der Firniß wird gelb. Auch durch Zusatz von absolutem Alkohol zum Terpentinöl wird die Klebrigkeit vermindert, indem der Alkohol bei seiner Verdunstung die Wassertheile mit sich nimmt.

Gegen das Reißen des Dammarfirnisses dient ein sehr kleiner Zusatz von Leinöl und ein noch kleinerer von Elemi wie Copalfirniß aufgelöst.

Das **Elemi** ist ein gelbes, zähes, durchscheinendes Harz aus Südamerica, welches bisweilen den Weingeist- und Terpentinölfirnissen zugesetzt wird, um sie geschmeidig zu machen, damit sie nicht springen, allein es verliert wie der Copaivbalsam seine Geschmeidigkeit beim Austrocknen seines Oelgehaltes an der Luft sehr bald. Doch kann dies durch einen kleinen Zu-

satz von Leinöl verhindert werden. Aehnlich verhält sich das Animeharz.

Der Copal ist ein blaßgelbes, hartes, klingendes Harz von dem Glanz und der Durchsichtigkeit des Glases, fast so schwer auflöslich wie der Bernstein und ist demselben überhaupt sehr ähnlich, unterscheidet sich aber davon durch größere Sprödigkeit, sowie durch Mangel an Bernsteinsäure. Er stammt von verschiedenen Sumacharten, ist zum Theil durch Liegen unter dem Boden und durch Wasser verändert und besteht aus 5 verschiedenen Harzen, welche als verschiedene Oxydationsstufen eines Radicals zu betrachten sind. Man unterscheidet mehrere Sorten des Copals. Die wichtigsten sind der ostindische und der westindische. Mit dem ostindischen stimmt in seinen Eigenschaften ganz überein der africanische oder der Copal von Sierra Leone und dem westindischen nähert sich der brasiliar sche und Manillacopal.

Unterschied zwischen dem ostind. und westind. Copal.

Der ostindische oder harte Copal erscheint gewöhnlich in platten, eckigen Stücken, ist citron- bis röthlichgelb, an der Oberfläche matt oder mit kleinen fischhautähnlichen Warzen (Gänsehaut) bedeckt, läßt sich kaum mit dem Messer ritzen und ist völlig geruch- und geschmacklos.

Der westindische, weiche Copal bildet rauhe kugelige Stücke, ist blaßgelb, ohne Warzen, läßt sich leicht mit einer Messerspitze schaben und hat einen gewürzhaften, dem Copaivabalsam ähnlichen Geruch und Geschmack.

Auflöslichkeit des Copals.

Der westindische löst sich zwar in altem Terpentinöl wenig, um so mehr aber (bis zur Hälfte seines Gewichtes), je frischer es destillirt ist, ebenso in schwefelhaltigem Terpentinöl, der ostindische dagegen auch bei langer Digestion sehr wenig und die Lösung wird durch längeres Erwärmen braun.

Der westindische bläht sich in altem Rosmarinöl auf, löst sich aber in frischem oder gut aufbewahrtem in jedem Verhältnisse, der ostindische hingegen bläht sich auch in frischem nur auf, weshalb auch das Rosmarinöl zur Unterscheidung beider Sorten dient.

Steinöl löst kaum $1/_{100}$ Copal. Von Alkohol, selbst absolutem werden beide Sorten höchst unbedeutend gelöst, in kochendem Weingeist schwillt der Copal zur elastischen Masse auf. Campher befördert die Auflösung in Weingeist etwas. In kaltem Aether quellen beide Sorten auf und der westindische löst sich darin und nun auch in Alkohol beim Erwärmen vollständig, der ostindische nur zum Theil.

Die Auflöslichkeit, besonders die des westindischen wird erhöht, wenn man ihn sehr fein gepulvert einige Tage auf dem Ofen oder an der Sonne trocknet. Setzt man ihn aber, besonders in einem feuchten Keller, oder mit Wasser abgerieben, vorzüglich unter Mitwirkung der Wärme mehrere Monate der Luft aus, so entsteht eine Oxydation, welche nicht blos den westindischen, sondern auch den ostindischen ohne Rückstand in Aether und Weingeist löslich macht, ohne seiner Anwendbarkeit zu Firnissen zu schaden.

Schwefelkohlenstoff löst den Copal nur theilweise, Chloroform aber vollständig beim Erwärmen und ein Gemenge von gleichen Theilen Alkohol (von 0,82 sp. Gew.) und Cautschuköl schon in der Kälte. Mit Kalilauge bildet er eine in Wasser, nicht aber bei überschüssigem Kali lösliche Verbindung. Mit Ammoniak schwillt der Copal an und der westindische löst sich dann leichter, aber die Auflösung trocknet langsam. Concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure lösen ihn unter Zersetzung.

Wichtigkeit des Copals.

Der Copallack wird unter allen Lackfirnissen bei weitem am häufigsten benützt wegen seines Glanzes, besonders aber wegen seiner Härte und der darauf beruhenden Dauerhaftigkeit und Schleifbarkeit für Gegenstände aus Holz und Metall, die einem häufigen Gebrauch unterworfen sind. Nur für ganz weiße Flächen steht er in der Farblosigkeit dem Dammarfirniß, für Lederlackirung in der Geschmeidigkeit dem eingedickten Leinöl und an freier Luft in der Dauerhaftigkeit dem Bernsteinlack nach. Am meisten geschätzt wegen seiner Härte ist der ostindische und africanische Copal, minder fest ist der westindische und am geringsten, aber bei weitem der billigste ist der Manillacopal.

Geistiger Copallack.

Gewöhnlich läßt man den getrockneten westindischen Copal mit Aether zur syrupdicken Masse quellen, erwärmt fast zum Kochen und setzt allmälig heißen starken Weingeist zu, oder löst ihn in einem Gemenge von gleichen Theilen absolutem Alkohol und frisch rectificirtem Terpentinöl. Beide dürfen aber nur warm, und in kleinen Mengen zur Lösung gesetzt werden, sonst gerinnt der Copal und wird unlöslich, die Lösung ist farblos und wasserhell.

Schmelzen des Copals.

Durch Schmelzen wird jeder Copal in den gewöhnlichen Auflösungsmitteln (Weingeist, Terpentin- und Leinöl) leicht auflöslich. Es wird daher auch bei weitem der meiste Copal in geschmolzenem Zustand aufgelöst. Der ostindische ist so schwer schmelzbar, daß er schon vor dem Schmelzen anfängt, sich zu zersetzen und zu bräunen, entwickelt dabei viel brenzliches Oel und wird bei Luftzutritt endlich schwarz. Der westindiche giebt fast gar kein brenzliches Oel und behält seine Farbe bei mäßiger Wärme und möglichstem Luftabschluß fast unverändert.

Fetter Copallack.

Zur Darstellung des fetten Copallackes sucht man nicht blos die blassen und hellen, sondern auch unter diesen die schmelzbarsten Stücke für feinere Lacksorten aus. Die schwer schmelzbaren erfordern mehr Hitze.

und bei dieser liefern nicht blos die schwer schmelzbaren, sondern auch die leicht schmelzbaren Stücke einen dunkleren Firniß. Man weicht daher das Harz in einer Pottaschenlösung (1 P. in 70 Wasser). Die leicht schmelzbarsten Stücke erscheinen jetzt weich und können leicht ausgesucht werden. Sie werden mit Wasser abgewaschen und erlangen durch Trocknen ihre ursprüngliche Härte wieder.

Man schmilzt den Copal unter Umrühren in glasirten, irdenen, am Boden mit Lehm beschlagenen und wohl bedeckten Töpfen möglichst langsam, wobei er 20—25% an Gewicht verliert, entfernt ihn dann vom Feuer, setzt halb so viel heißes Leinöl oder überhaupt um so mehr zu, je mehr der Firniß für die freie Luft bestimmt ist. Das Leinöl vermindert die Sprödigkeit und damit auch das Reißen an der Luft, aber zugleich auch die Härte. Zuletzt wird so viel warmes Terpentinöl zugesetzt, als es Copal ist, damit er die nöthige Dünnflüssigkeit erhält. Nach dem Erkalten löst sich der geschmolzene Copal wohl in Weingeist und Terpentinöl, aber nicht mehr in fettem Oel auf.

Zu farblosem Firniß schmilzt man westindischen Copal in einem Glaskolben bei so mäßiger Wärme, daß er sich nicht bräunt. Er kann jedoch auch durch das Leinöl braun werden, wenn dieses zu stark erhitzt worden war.

Für einen schnell trocknenden Firniß ist die vollkommene Freiheit von Wasser das Haupterforderniß. Man trocknet daher das Harz an der Luft und bereitet den Lack nur bei trocknem Wetter und aus wasserfreiem Oel.

Seltener wird die weingeistige Lösung des Copals benützt als Buchbinder- und Möbellack, weil sie rascher trocknet, aber sie ist weit spröder als der fette Lack und steht in dieser Beziehung selbst dem gebleichten Schellack nach.

Der **Bernstein** bildet Stücke von der Größe einer Linse bis zu der eines Menschenkopfes, theils rein, theils mit einer undurchsichtigen Kruste überzogen, citrongelb bis röthlichbraun. Er ist nicht so hart wie Copal, aber auch nicht so spröde; fettglänzend, von flachmuscheligem Bruch, durchsichtig bis durchscheinend und wird durch Reiben elektrisch. Er schließt Pflanzenreste, Insecten und Wassertropfen in sich, beim Erwärmen entwickelt er einen schwach aromatischen Geruch, bräunt sich schon *vor* dem Schmelzen stark und schmilzt weit schwerer als ostindischer Copal (bei 216 bis 224° R.) unter Entwicklung von brenzlichem Oel und Bernsteinsäure, zu einem weicheren, spröderen dunkelbraunen Harz, **Bernsteincolophonium**, besteht aus 2 in Alkohol und Aether löslichen, der Hauptmasse nach aber aus einem in allen Lösungsmitteln unlöslichen Harz und ist daher in ungeschmolzenem Zustand in absolutem Alkohol, Aether, Chloroform, Terpentin- und Steinöl nur zum Theil löslich. Im Papin'schen Topfe (S. 331) löst er sich in fetten Oelen leicht, in offenen Gefäßen erhitzt aber langsamer auf. Der geschmolzene Bernstein ist in Alkohol nicht, in Aether unvollständig, in fetten und ätherischen Oelen dagegen leicht löslich. Der Bernstein stammt von einem nicht mehr existirenden Baum und findet sich im aufgeschwemmten Lande, besonders aber an der preußischen Küste.

Die größeren und klaren Stücke des Bernsteins werden zu Luxusgegenständen verarbeitet, kleinere dienen zum Räuchern, zur Darstellung der Bernsteinsäure und zu Lackfirniß. Der Bernsteinlack übertrifft den Copallack an Zähigkeit und Dauerhaftigkeit gegen Witterungseinflüsse, erscheint zwar anfangs weniger glänzend als dieser, allein der Copallack verliert mit der Zeit sehr, während der Bernsteinlack seinen Glanz behält. Er ist daher der vorzüglichste Lack für Wägen und Firmen, jedoch blos für dunkle Farben; für helle ist nur Copallack brauchbar. Er hat ferner nicht den Fehler, daß er durch Wasser weiße Flecken bekommt. Andere Firnisse erweichen nämlich beim Befeuchten mit Wasser und werden dann beim Trocknen matt und undurchsichtig (vgl. S. 268). Er eignet sich deshalb auch besonders zum Lakiren der Tischplatten. Zur Bereitung des Firnisses versetzt man gewöhnlich eine heiße Auflösung des Bernsteincolophoniums [1]) in Leinölfirniß mit heißem Terpentinöl.

---

1) Da jedoch das bei der trockenen Destillation des Bernsteins erhaltene Colophonium zu spröde geworden und außerdem ziemlich theuer ist, so stellt man den Firniß vortheilhafter aus eigens zu diesem Zweck behutsam geschmolzenem Bernstein dar.

Der Asphalt, oder das Erd- oder Judenpech erscheint in schwarzen, glänzenden Stücken von muscheligem Bruch und schwachem bituminösem Geruch, schmilzt bei 80° R. unter Entwicklung eines stärkeren Geruches. Absoluter Alkohol löst nur 5, Aether 70% davon auf; in fetten Oelen, Stein- und Terpentinöl ist er vollkommen auflöslich. Er schwimmt auf dem todten Meere und bildet an verschiedenen andern Orten zusammenhängende Lager.

Der Asphalt ist trotz seiner geringen Härte sehr wichtig zur Firnißbereitung, und zwar wegen seiner dunkeln Farbe zu schwarzen Lackirungen, eben deshalb auch zu schwarzem Siegellack und als braunschwarze lasirende Oel- und Wasserfarbe; wegen der Zähigkeit, welche er als fetter Lack besitzt, dient er besonders für Eisenwaaren und früher auch für Leder.

Seine schwarzbraune Farbe schadet der Tiefe der Schwärze weniger, als hellere Harze, welche besonders in der Sonne einen gelblichen oder bräunlichen Schein bewirken. In rohem Zustand ist er klebrig und trocknet langsam, verliert aber diese Fehler durch mehrstündiges Schmelzen. Er wird dadurch zugleich allerdings sehr spröde, erhält aber durch Versetzen mit fettem Oel eine solche Zähigkeit, daß er selbst in der Sonne nicht reißt. Dabei hat er einen starken Glanz.

Mit Pech, Wachs und Terpentin dient er als Deckgrund für Kupferstecher, theils wegen seiner dunkeln Farbe, theils weil er der Wirkung des Aetzwassers besser als andere Harze widersteht und Härte ohne Sprödigkeit giebt. Wegen seiner Billigkeit wird er mit einem, mit weichem Asphalt durchdrungenen Kalkstein und Kies als Asphaltcäment benützt zu Straßenpflaster, Dachbedeckung und Auskleidung von Wasserbehältern, zu Wagen- und Maschinenschmiere, zum Anstreichen der Schiffe und anderer dem Wasser und der Witterung ausgesetzten Gegenstände, als Leucht- und Brennmaterial und zur Leuchtgasbereitung.

Die Benzoë bildet zusammengeballte Massen aus weißen und gelblichbraunen Körnern von angenehmem Vanillegeruch und kratzendem Geschmack, sie fließt aus einem ostindischen Baum (Styrax Benzoin) und wird besonders zum Räuchern benützt, zu Räucherkerzchen und als wohlriechender Zusatz zu Firnissen (für Dosen und Stöcke), zu Siegellack und englischem Pflaster, zur Darstellung der Benzoësäure und die geistige Tinctur als Schönheitsmittel, um die Haut glatt und zart zu erhalten.

Das Drachenblut kommt in taubeneigroßen Kugeln oder fingerdicken Stangen im Handel vor, von cochenillerother Farbe und schwachem Glanz, kommt aus Ostindien, Africa und Südamerica von einer Palme (Dracaena Draco) und dient zum Rothfärben von Weingeist- und Terpentinölfirnissen, Zahntincturen und -Pulvern und zum Goldlack.

Gummiharze.

Die Gummi- oder Schleimharze fließen als weiße oder gelbe Milch aus den Pflanzen und trocknen zu bräunlichen Massen ein. Sie enthalten außer Harz und Gummi oft fette und flüchtige Oele, Extractiv- und Bitterstoff und Cautschuk. Vermöge ihres Gummigehaltes geben sie mit Wasser trübe, milchige Flüssigkeiten oder Emulsionen. Alkohol zieht blos das Harz und Oel aus, Essigsäure löst die meisten vollständig. Nur wenige davon sind technisch wichtig, das Galbanum, Euphorbium, Scammonium und die Myrrhe blos als Arzneistoffe, der Weihrauch als Räucherungsmittel und das Gummigutt, Ammoniak und der Stinkasant zu andern technischen Zwecken.

Das **Gummigutt** kommt in cylindrischen Stücken oder Kuchen von braungelber Farbe vor, ist undurchsichtig, geruchlos, anfangs geschmacklos, hinterläßt aber ein unangenehmes Kratzen im Schlund, ebenso beim Einathmen des Staubes, ist eines der stärksten Purgirmittel und kann in größerer Menge (über 1 Quint) selbst den Tod herbeiführen. Es bildet mit Wasser eine hochgelbe Emulsion und fließt aus mehreren ostindischen Bäumen (von den Gattungen Garcinia und Cambogia). Man gebraucht es in der Medicin, in der Wassermalerei und zur Bereitung des Goldfirnisses.

Das Gummigutt ist ein sehr lebhaftes, lasirendes Gelb und eine der am häufigsten benützten Farben. In den tiefsten Tinten wird es braungelb.

Das **Ammoniakgummi** oder **Ammoniakharz** bildet außen braungelbe, innen weiße Körner von verschiedener Größe, eigenthümlichem Geruch, bitterlichem Geschmack, läßt sich nur bei starker Winterkälte pulvern und enthält 3/4 Harz und 1/4 Gummi nebst etwas flüchtigem Oel. Es ist der eingedickte Saft einer persischen Schirmpflanze (**Dorema armeniacum**, woher auch der Name). Es wird in der Medicin benützt, und wegen seiner Zähigkeit, mit Hausenblase, Wasser, Mastix und Weingeist zu Porzellankitt.

Die **Asa fötida**, der **Stinkasant** oder Teufelsdreck ist im Aeußeren dem Ammoniakgummi ähnlich, aber dunkler braun, die weiße Bruchfläche der Körner wird an der Luft bald rosenroth und dann gleichfalls braun, sie ist noch etwas weicher als Ammoniak und hat einen sehr durchdringenden Knoblauchgeruch von einem Gehalt an schwefelhaltigem flüchtigem Oel. Sie enthält gegen 49% Harz und ist daher zur Hälfte in Alkohol, flüchtigen und fetten Oelen löslich. Sie stammt gleichfalls von einer persischen Schirmpflanze (**Ferula Asa foedita**), dient als Arzneimittel und als Zusatz zum Leinöl bei der Bereitung des Siccativs. Sie stellt die Geschmeidigkeit des Oels wieder her, nachdem diese durch Erhöhung der Trockenkraft bedeutend gelitten hat.

Wenn man Leinöl so weit einkocht, daß es beim Erkalten gestebt, aber noch merklich weicher ist als Asafötida, und schmilzt (gummifreie) Asafötida dazu, so wird das Leinöl weicher und geschmeidiger, obgleich die Asafötida selbst merklich härter und viel spröder ist [1]). Die Fähigkeit zu trocknen wird dabei nicht bedeutend vermindert.

Die Firnisse.

Man versteht unter **Firnissen** die Auflösungen von Harzen, welche dazu bestimmt sind, gewissen Flächen einen glänzenden, durchsichtigen, harten, der Einwirkung von Wasser und Luft möglichst widerstehenden Ueberzug zu geben. Da unter den Firnißharzen der Gummilack oder Lack von jeher eines der wichtigsten war, so heißt auch Lack so viel als Firniß und lackiren mit Firniß überziehen oder firnissen, doch bezeichnet man insbesondere mit Lack oder **Lackfirniß** die Harzfirnisse zum Unterschiede vom trocknend gemachten Leinöl oder Leinfirniß oder **Firniß in engerem Sinn**.

Sie sollen folgende Eigenschaften haben:

1. Sie sollen nach dem Trocknen glänzend bleiben und weder ein fettes, noch ein mattes Ansehen haben.
2. Sie sollen der Oberfläche der Körper innig ankleben und sich nicht abschuppen.
3. Sie sollen eine gewisse Biegung ertragen, ohne zu brechen, d. h. nicht spröde, sondern geschmeidig,
4. Möglich hart sein.
5. Für gewisse Zwecke farblos oder wenig gefärbt.
6. Schnell trocknen.
7. Ihre guten Eigenschaften viele Jahre unverändert behalten.

Die schnell trocknenden Firnisse sind in der Regel am wenigsten haltbar, die haltbaren (zähen, fetten) dagegen trocknen langsam. Die geschmeidigen sind meistens weich oder selbst klebrig und die harten gewöhnlich spröde.

---

1) Aehnlich der Palmitinsäure, welche durch die härtere Stearinsäure weicher und schmelzbarer wird (S. 241).

Die Eigenschaften der Firnisse sind nicht blos von der Natur der Harze, sondern auch von der Art des Auflösungsmittels abhängig.

Vom härtesten anfangend folgen sich die Firnißharze der Härte nach bei 15° R. ungefähr in folgender Ordnung;

Ostindischer Copal,
Westindischer Copal,
Schellack,
Geschmolzener ostindischer Copal,
Roher Bernstein,
Geschmolzener Bernstein,
Sandarak,
Dammar,
Colophonium,
Asphalt,
Mastix,
Elemi,
Anime,
Fichtenharz,
Ammoniakharz (gummifrei),
Asafötida (ebenso).

Man theilt die Firnisse nach dem Auflösungsmittel für das Harz in Weingeist-, Terpentinöl- und Oelfirnisse.

Die Weingeistfirnisse zeichnen sich durch Farblosigkeit und Glanz aus und trocknen sehr schnell, indem der Weingeist nicht nur selbst rascher verdunstet als die ätherischen Oele, sondern es entweicht im Weingeistdampf gelöst auch alles im Harze vorhandene oder zugesetzte ätherische Oel weit rascher als ohne Weingeist. Der Weingeist verdunstet ohne Rückstand und färbt deshalb die farblosen Harze beim Trocknen nicht, während sich die flüchtigen Oele beim Trocknen zum Theil verharzen und dadurch den Firniß gelblich machen. Noch mehr thun dies die fetten Oele.

Durch die austrocknende Eigenschaft des Weingeistes bleibt beim Trocknen kein Bindemittel zurück, die Weingeistfirnisse sind daher weit spröder als die Terpentin- und Oelfirnisse, vertragen die freie Luft nicht, ohne rissig zu werden und werden deshalb in der Regel mit Terpentin oder Elemi versetzt, was jedoch nur bei Zusatz einer kleinen Menge fetten Oeles hilft (S. 341). Man braucht sie daher hauptsächlich für Buchbinderarbeiten, Landkarten, Kupferstiche, Steindrücke, Oelgemälde und Möbeln. Für alle diese Gegenstände ist besonders die Klebrigkeit des Firnisses von Nachtheil. Es sind deshalb nur die härtesten der hellfarbigen und in Weingeist löslichen Harze zu Weingeistfirnissen anwendbar, wie Copal, Gummilack, Sandarak; die übrigen, wie Mastix, Elemi, Fichtenharz nur als geschmeidige Zusätze. Man nimmt möglichst starken, am besten absoluten Alkohol zu diesen Firnissen, weil sonst das zurückbleibende Wasser den Glanz schwächt.

Die Aetherfirnisse trocknen noch schneller, werden aber, weil sie kaum Zeit zu gleichmäßigem Auftragen lassen und zu theuer kommen, höchst selten gebraucht.

Die Terpentinölfirnisse trocknen langsamer, sind aber geschmeidiger als die Weingeistfirnisse. Man verwendet dieselben Harze dazu wie zu diesen nebst Dammar und Galipot. Das Terpentinöl soll möglichst frisch destillirt und harzfrei sein, weil es sonst zu langsam trocknet und nachdunkelt.

Die fetten oder Oellackfirnisse bestehen aus einer Verbindung des Harzes mit einem trocknenden fetten Oel, welche in Terpentinöl aufgelöst ist. Sie trocknen weit langsamer als die Weingeist- und Terpentinölfirnisse, sind weniger glänzend als die Weingeistfirnisse und stark gefärbt, aber sie besitzen eine große Zähigkeit und Geschmeidigkeit und dienen daher für Gegenstände, welche der Reibung und dem täglichen Gebrauch ausgesetzt sind, von Holz, Metall und Leder. Man verwendet dazu Copal und Bernstein, bisweilen mit Zusatz von Dammar, Mastix und Sandarak, um die Farbe heller zu machen.

Cautschuk.

Das Cautschuk, Gummi elasticum oder Federharz, C_8H_7 ist braun und durchscheinend, in wasserhaltigem Zustande weiß und undurchsichtig, leichter als Wasser (v. 0,95 sp. Gew.), geruch- und geschmacklos, klebt an frischen Schnittflächen fest aneinander, wird jedoch durch die kleinste Menge eines fremden Körpers, Feuchtigkeit, Fett u. dgl. am Zusammenkleben verhindert. Bei gewöhnlicher Temperatur ist es weich und elastisch, unter 0° aber hart, wenig dehnbar und behält diese Beschaffenheit auch noch bei 12° bis 16° R., verliert sie aber augenblicklich bei 28 bis 32°. Stark ausgespannt einige Minuten in Wasser von 0° gelegt, bleibt es beim Herausnehmen ausgestreckt, hat seine Elasticität verloren, nimmt sie erst bei 36° R. wieder an und zieht sich wieder zusammen.

In Wasser quillt es, erweicht, wenn dieses heiß ist und wird dadurch löslicher in seinen Lösungsmitteln. In Weingeist ist es ebenfalls nicht auflöslich. In weingeistfreiem Aether quillt es zuerst und löst sich darin langsam mit Zurücklassung fremder Beimengungen. In fetten Oelen löst es sich wenig, leicht aber in harz- und wasserfreiem Terpentin-[1]) und Steinöl, noch besser in Cautschuköl (durch trockne Destillation des Cautschuks selbst erhalten), in Schwefelkohlenstoff und Chloroform. Nur aus Cautschuköl bleibt es beim Verdunsten des Oels mit vollkommen unveränderten Eigenschaften, in Schwefelkohlenstoff gequollen, dann mit Benzin verdünnt, fast unverändert zurück. Es besteht aus mehreren Harzen von verschiedener Löslichkeit und alle diese Flüssigkeiten lösen nur einen Theil des Cautschuk auf, während der ungelöste Theil desselben in aufgequollenem Zustande darin zertheilt ist und sich allmälig daraus absetzt. Von Alkalien, Chlor, Salzsäure und schwächeren Säuren wird es nicht verändert, von starker Schwefelsäure und Salpetersäure wird es schnell zersetzt.

Beim Erwärmen wird es weich und klebend, schmilzt bei 176° R. zur dunkelbraunen, schmierigen Masse, welche fast gar nicht wieder fest wird. Bei höherer Temperatur verbrennt es mit gelber, rußender Flamme und die trockene Destillatin liefert viel flüchtiges Oel.

Es findet sich im Milchsafte vieler Gewächse (wie Mohn, Lattich, Cichorie) vorzüglich aber in verschiedenen americanischen und ostindischen Bäumen (Siphonia elastica, Ficus elastica, indica u. s. w.). Der aus Einschnitten fließende, klebrige Saft enthält noch Eiweiß, Extractivstoff und Wasser. Er geht bald in Fäulniß über. Man streicht ihn daher gewöhnlich auf birnförmige Thonformen und trocknet die einzelnen Schichten über freiem Feuer, wodurch sie etwas geschwärzt werden. Auf Bretter gestrichen und ebenso getrocknet erhält man es in dicken Platten, **Gummispeck.** Mit Zusatz von Ammoniak hält sich der Saft in luftdicht verschlossenen Gefäßen beliebig lange unverändert. Er kam aber nur kurze Zeit in den Handel, weil die Auflösung des Cautschuks in Schwefelkohlenstoff fast dasselbe leistet.

Man schneidet das Cautschuk mit durch Wasser befeuchtetem Messer, weil es durch die Reibung beim Schneiden klebrig wird. Um es zu formen, wird es anfangs auf 28, dann auf 32° R. erwärmt und durch eine mit stumpfen Zähnen besetzte, durch 5 Pferdekräfte bewegte Walze, den Wolf zusammengeknetet. Um mehrere kleine Ballen zu einem Block zu vereinigen, werden diese auf 36—40° R. erwärmt und dann mehrere Tage der Wirkung Verarbeitung des Cautschuks. Darstellung großer Blöcke.

1) Das Verharzen wird verhütet, wenn man es kurze Zeit mit 3% gestoßenem Schwefel kocht und dann absetzen läßt.

Blätter, einer hydraulischen Presse ausgesetzt. Aus den Blöcken werden mit naß gehaltenen Messern **Blätter** und aus diesen **Fäden** geschnitten.

Bälle, Zur Darstellung runder **Bälle** werden die Ballen auf einer Reibwalze in kleine Stücke zerrieben, die sehr stark an einander kleben. Man formt mit der Hand Kugeln daraus, welche man hierauf mit eisernen Formen zusammenpreßt, mit Firniß bestreicht und in Scherwolle rollt.

Säcke, Röhren und Fäden. Die Blätter lassen sich in der Wärme zu dünnen Tafeln auswalzen. Durch heißes Zusammenpressen der Ränder erhält man Säcke. Durch das Abschneiden der beiden Ränder eines über einander gelegten Streifens mit einer Schere erhält man Röhren.

Fäden erhält man am leichtesten durch Ziehen aus Cautschukteig, der durch Aufquellen des Cautschuks mit Schwefelkohlenstoff entsteht. Um aber die wirkliche Auflösung zu verhindern, wodurch er seine Zähigkeit verliert, setzt man dem Kohlenstoff 15% gewöhnlichen Alkohol zu, dessen Wasser die Lösung verhindert.

Verbindung von Cautschukstücken. Frische und vollkommen reine Schnittflächen haften bei rohem (nicht vulcanisirtem) Cautschuk so vollkommen, daß die Vereinigungsstelle nicht mehr zu unterscheiden ist. Nach dieser liefert die beste Verbindung sowohl für rohes, als vulcanisirtes Cautschuk die Auflösung des Cautschuks in Schwefelkohlenstoff, sowohl zwischen zwei Cautschukflächen, als auch zwischen Cautschuk und andern Substanzen; oder man erhitzt das Cautschuk zum Schmelzen der Oberfläche. Das geschmolzene Cautschuk bleibt zwar klebrig und wird nicht fest, liefert aber schnell einen wasserdichten Verschluß, der sich auch zur Verbindung des Cautschuks mit andern Gegenständen eignet.

Wasserdichte Zeuge. **Wasserdichte Zeuge** erhält man, wenn man Cautschukauflösung zwischen zwei Stoffe bringt und diese hierauf zwischen 2 Walzen durchgehen läßt. Das Trocknen wird durch Einbringen in starken Weingeist befördert, indem er das zur Auflösung benützte Oel und das daraus entstehende Harz auszieht.

Vulcanisiren des Cautschuks. Die Behandlung des Cautschuks mit Schwefel heißt **Vulcanisiren**. Wird das Cautschuk in geschmolzenem Schwefel mehrere Stunden auf 89° R. erwärmt, so nimmt es 12—15% davon auf, verbindet sich aber nur mechanisch damit und erleidet keine Veränderung, als daß es etwas dichter erscheint. Aber bei 108—128° R. erleidet es in wenig Minuten eine bedeutende Veränderung, indem es etwas Schwefelwasserstoff entwickelt, 1—2% Schwefel chemisch bindet, den übrigen aber nur mechanisch gebunden enthält, so daß er ihm durch Lösungsmittel entzogen werden kann. Es ist nun weit elastischer als in rohem Zustand, klebt nicht mehr in der Wärme, erhärtet nicht mehr in der Kälte, wird von Auflösungsmitteln weniger erweicht und klebt nicht mehr mit Cautschuklösung zusammen. Es muß daher vor dem Schwefeln geformt werden. Durch vielen Schwefel und stärkere Hitze wird es braun, hornähnlich hart und heißt nun **hornisirtes** Cautschuk, oder **Ebonit**. Setzt man die erforderliche Menge Schwefel zu einem Auflösungsmittel des Cautschuks, so wird es erst nach dem Schwefeln geformt und dann der nöthigen Erhitzung unterworfen. Taucht man es in eine Mischung von 100 Th. Schwefelkohlenstoff und 2½ Chlorschwefel, wäscht es nach dem Abtrocknen mit Sodalösung und dann mit Wasser, so braucht man es nicht mehr zu erhitzen. Es nimmt jedoch nach diesem Verfahren leicht zu viel Schwefel auf und wird spröde. Dies vermeidet man und bewirkt zugleich eine gleichmäßige Schwefelung durch 3stündiges Erhitzen in einer Lösung von Schwefelkalium auf 112° R.

Das mit geschmolzenem Schwefel vulcanisirte Cautschuk ist aschgrau

und hat einen eigenthümlichen Geruch. Das mit Schwefelkohlenstoff vulcanisirte ist schwarz, färbt nicht ab und riecht nicht so unangenehm.

Härtung und Verfälschung des vulcanisirten Cautschuks.

Bei höherer Temperatur und mehrere Stunden lang mit Schwefel behandeltes Cautschuk gewinnt nicht nur an Härte, sondern auch an Masse und wird daher billiger, verliert aber eben so sehr an Elasticität. Verschiedene harzige Zusätze wie Gutta Percha, Schellack, Steinkohlenpech erhöhen die Härte gleichfalls, schaden aber der Elasticität weniger, sie geben ihm eine hornartige Beschaffenheit. Solche Massen heißen Horngummi, gehärtetes oder hornisirtes Cautschuk oder Ebonit, und werden wie Horn oder Ebenholz verarbeitet und benützt.

Je mehr Schwefel oder andere pulverförmige Zusätze (wie Kalk, Magnesia, Kienruß 2c.) das vulcanisirte Cautschuk enthält, desto eher verliert es seine Zähigkeit und Elasticität wieder, zerreißt daher nach einiger Zeit leicht, wird selbst brüchig und oft so spröde, daß es zu Pulver zerreibbar ist. Oft wird es bei Verwendung zu Gasröhren klebrig, wahrscheinlich durch starke Zusätze von Harz, um die Elasticität wieder herzustellen, welche es durch übermäßige Zusätze von pulverigen Substanzen verliert.

Wichtigkeit des Cautschuks.

Das Cautschuk diente früher fast nur zum Auswischen von Bleistiftstrichen, fand aber allmälig eine sehr ausgedehnte Anwendung, die sich auf seine Elasticität und Wasserdichtigkeit, besonders beim geschwefelten Cautschuk gründet, zu wasserdichten Kleidungsstücken, Schläuchen, Röhren für chemische und chirurgische Operationen, zu Luftkissen, Hosenträgern und Strumpfbändern, das vulcarisirte besonders für Ueberschuhe, Buch- und Cattundrucker-walzen, Banden an Billards, Buffer für Eisenbahnwagen, Ringe zum luftdichten Schluß von Gefäßen, zum Füllen von Polstern. Das geschmolzene Cautschuk liefert, in einem nicht trocknenden fetten Oel aufgelöst, eine Maschinenschmiere, welche mehr Körper hat als bloses Oel und doch noch unter 0° flüssig bleibt, mit ($^1/_2$—1 Th.) Kalk einen Kitt für luftdichte Verschlüsse. Das vulcanisirte Cautschuk ist auch bereits zum Hervorbringen einer Wurf- und Hebekraft versucht worden, zu Federn für Schlösser, Fallthüren, Windbüchsen, Uhren u. s. w., das hornisirte dient zu Kämmen, Stöcken, Messerheften, künstlichen Gebissen, zu Trögen oder Cuvetten in der Photographie.

Das hornisirte Cautschuk hat vor dem Horn den Vorzug, daß es in Wasser nicht quillt, der Hitze und chemischen Einflüssen besser widersteht, vor Glas und Porzellan, daß es nicht zerbrechlich und zu Gegenständen jeder Größe verwendbar ist. Es eignet sich daher außer allen Verwendungen des Horns (zu Kämmen, Knöpfen, Blasinstrumenten, Federhaltern) ganz besonders zur Herstellung von großen Gefäßen für chemische Zwecke, z. B. in der Photographie.

Die verschiedenen Sorten des Handels enthalten jedoch verschiedene Zusätze und zeigen demnach auch größere oder geringere Elasticität oder Sprödigkeit. So zeigten sich z. B. Kämme aus Paris und England sehr elastisch und ließen sich nicht brechen, aber leicht schneiden, weniger solche aus Berlin und America und am sprödesten waren solche aus Köln.

Gutta Percha.

Die Gutta Percha ist eine dem Cautschuk ähnliche Substanz. Sie findet sich erst seit dem Jahre 1844 im Handel, in korkähnlich porösen, weiß und röthlichbraun marmorirten, mit Rindenstücken verunreinigten Massen, in gereinigtem Zustand in rothbraunen, lederähnlichen Platten von der Härte eines weichen Holzes und der Biegsamkeit des Leders, ist sehr zähe, aber nicht elastisch, wird beim Ausziehen in dünne Blätter weiß, faserig und seidenglänzend. Sie hat 0,97 spec. Gew., einen lederähnlichen Geruch und ist aus mehreren Harzen zusammengesetzt, welche sämmtlich aus Kohlenstoff,

Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. An der Luft lauft sie bisweilen mit einem pflaumenblauen Reif an, wahrscheinlich durch Aufnahme von Hydratwasser.

Sie hat dieselben Auflösungsmittel wie das Cautschuk, löst sich aber leichter, in größerer Menge und ohne zuvor aufzuquellen. Auch gegen Säuren und Alkalien verhält sie sich dem Cautschuk ähnlich. Concentrite Salzsäure macht sie bei längerer Einwirkung brüchig, aber beim Umschmelzen in heißem Wasser ist sie weicher als zuvor und etwas klebrig. Von starker Salpetersäure wird sie rasch zerstört.

Bei 40° R. wird die Gutta Percha weich, bei 60 bis 70° plastisch, so daß man leicht mehrere Stücke zu einem einzigen zusammenkneten und in jede beliebige Form bringen kann.

Man zertheilt kleinere Stücke mit einem Messer, größere mit der Säge. Die Schneidwerkzeuge müssen aber mit Fett bestrichen sein. Um sie zu reinigen, wird sie mittelst einer Maschine klein geschnitten und in Wasser von 70 bis 80° R. gebracht. Die Holztheile saugen sich voll Wasser, fallen zu Boden und das Harz schwimmt oben auf. Sie wird zu Platten und Schnüren gewalzt oder in verschiedene Formen gepreßt und mit andern Gegenständen durch die Auflösung der Gutta Percha selbst in Verbindung gebracht.

Die Gutta Percha fließt durch Einschnitte aus einem ostindischen Baume (Isonandra Gutta), der gewöhnlich zu diesem Behufe umgehauen wird.

Wichtigkeit der Gutta Percha.

Ihre größte Wichtigkeit besteht darin, daß sie viele Eigenschaften (besonders Zähigkeit und Leichtigkeit) des Leders und Holzes mit der Plasticität beim Erweichen in heißem Wasser, vollkommner Luft- und Wasserdichtigkeit und gänzlicher Indifferenz gegen Fäulniß und die meisten chemischen Agentien (verdünnte oder schwächere Säuren und Basen) verbindet. Sie erfordert zur Anfertigung der manchfaltigsten Geräthe keine besonderen Werkzeuge oder technische Geschicklichkeit wie Holz und Leder, sondern ein bloses Kneten miteder Hand. Die kleinsten Stücke lassen sich sehr leicht zu einem Ganzen vereinigen. Man vermeidet jede Naht und kann unbrauchbar gewordene Gegenstände leicht ausbessern und umarbeiten. Sie dient daher zu Wassereimern, Jagdbechern, als Futter für Salzsäurefässer, zu Hähnen und Auslaufröhren für Essigfässer, zu Pfropfen, Schläuchen, Röhren, als Kolbenliderung für Pumpen, zu Ueberzügen für galvanische Drähte, zu Schuhsohlen, Messerheften, statt Thierblase zum Schutze gegen Luft und Feuchtigkeit, zu Abdrücken von Holzschnitten und Medaillen, galvanoplastischen Matrizen u. dgl., die Fäden zum Flechten von Peitschen.

Die Nachtheile der Gutta Percha gegen Leder sind der völlige Mangel an Elasticität, schnellere Abnützung bei gewöhnlicher Temperatur und das Erweichen, Ausdehnen und Zerreißen in der Wärme. Sie liefert zwar wasserdichte, aber nicht sehr haltbare Schuhsohlen und ist zu Oberleder ganz unbrauchbar. Die Treibriemen kommen billiger als die ledernen und leiden nicht durch Feuchtigkeit, verlängern sich aber und zerreißen selbst, wenn sie warm werden. Sie passen daher nur, wo sie fortwährend naß werden, wie in Papierfabriken.

Die Gutta Percha-Treibriemen geben beim Naßwerden ohne Störung und zeichnen sich auch durch einen sanften, gleichförmigen Gang, wodurch Axen und Lager der Maschinen geschont werden. Sie haben bei beliebiger Länge, Breite und Stärke weder Schnalle noch Naht, sind leicht und schnell auszubessern und haben selbst abgenützt noch einen verhältnißmäßigen Werth.

Besser als reine Gutta Percha ist ein Gemenge von 1 Th. derselben mit 2 Th. Cautschuk. Es wird nicht so weich wie Gutta Percha allein und

nicht so dehnbar wie Cautschuk für sich. Ein solches Gemenge läßt sich auf ähnliche Weise wie Cautschuk vulcanisiren. Man kann indessen die Gutta Percha auch für sich vulcanisiren, wenn man sie zuvor durch Erhitzen bis zur dünnen Teigconsistenz von ihren flüchtigen Bestandtheilen befreit (wozu gewöhnlich 164—186° R., für manche Sorten schon 139° R. hinreichen).

Extractivstoffe.

Man versteht unter Extractivstoff den eigenthümlichen, gewöhnlich gefärbten Bestandtheil der **Extracte** oder der abgedampften Säfte und Auszüge, welche man aus organischen Körpern durch Auspressen oder Behandeln mit Wasser, Weingeist, Aether oder alkalischen Flüssigkeiten erhält. Sie sind nicht blos verschieden bei verschiedenen Körpern, sondern ein und derselbe organische Körper enthält sehr oft Extractivstoffe verschiedener Art. In folgenden Eigenschaften stimmen sie jedoch überein: Sie entstehen aus farblosen Bestandtheilen der Pflanzen und Thiere durch Einwirkung der Luft und nehmen dabei in der Regel eine rothbraune Farbe an, welche durch desoxydirende Einflüsse, z. B. bei der Gährung zum Theil wieder verblaßt. Sie krystallisiren nicht, haben meistens einen bitteren Geschmack. Viele werden an der Luft feucht und klebrig, wahrscheinlich durch einen Gehalt an milchsauren und äpfelsauren Alkalien. Beim Abdampfen an der Luft geht ein Theil davon in den unlöslichen Zustand über und bildet den **Extractabsatz**. Sie bilden mit andern Körpern keine chemischen Verbindungen, hängen ihnen aber hartnäckig an und werden von Kohle und andern porösen Substanzen unter allen festen Körpern am begierigsten absorbirt und bei der Entstehung vieler Niederschläge mit diesen gefällt.

Die Extractivstoffe sind wichtig als Hauptbestandtheil der Extracte, welche man in der Pharmacie aus vielen Arzneipflanzen bereitet, um ihre wirksamen Bestandtheile in einer kleinen Masse zu concentriren. In Speisen und Getränken tragen sie oft dazu bei, den Geschmack zu mildern, oder ihnen eine angenehme Bittere zu ertheilen, so im Wein und Bier, in gebratenen und gebackenen oder gerösteten Speisen. Sie erschweren aber auch häufig die Darstellung vieler organischer Substanzen, wie Pflanzensäuren und Alkaloide, Zucker u. dgl. in reinem Zustande.

Farbstoffe.

Farbstoffe oder **Pigmente** nennt man alle organischen Körper, welche eine lebhafte Färbung besitzen und dieselbe einer verhältnißmäßig großen Menge eines andern Körpers mitzutheilen im Stande sind. Sie gehören nach ihren übrigen Eigenschaften meistens den Extractivstoffen, seltener den Harzen oder andern Abtheilungen der organischen Körper an. Man bildet hauptsächlich deshalb eine besondere Abtheilung daraus, weil sie die Stoffe sind, welchen die organischen Körper ihre Farbe verdanken und die als Farbmaterialien von vorzüglicher technischer Wichtigkeit sind. **Was versteht man unter Farbstoff?**

Nur die Theer- oder Anilinfarbstoffe lassen sich wegen des Zusammenhanges in ihrer Entstehung nicht gut (nach Farbe) trennen, sondern nur vereint abhandeln. Sie sind daher erst bei dem Anilin unter den Producten der trockenen Destillation beschrieben.

Die Farbe der Farbstoffe hängt mit ihrer chemischen Zusammensetzung zusammen und die kleinste Abänderung in derselben, verändert auch die Farbe wesentlich oder zerstört sie ganz. Sie behalten dagegen ihre Farbe, wenn auch häufig etwas abgeändert in ihren Verbindungen mit farblosen Körpern **Chemisches Verhalten**

bei, etwa mit Ausnahme von schwefliger Säure, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Sie verhalten sich meistens wie schwache Säuren und finden sich vorzugsweise in den dem Licht ausgesetzten Theilen der Pflanzen. Im Innern der Pflanzen sind sie farblose oder wenig gefärbte Stoffe, die erst unter gewissen Einflüssen in wirkliche Farbstoffe übergehen.

zum Sauerstoff.

Gewöhnlich geschieht dies durch Oxydation unter Mitwirkung von Wasser, bisweilen erst in Gegenwart einer starken Basis, bei einigen von Ammoniak. Durch kräftige Desoxydationsmittel, wie Gährungsprocesse, Metalle, Oxydule, Schwefel- und Wasserstoffverbindungen, werden sie gleichfalls in Gegenwart starker Basen zu farblosen Verbindungen reducirt. Der Sauerstoff entwickelt jedoch nicht blos die Pigmente, sondern er zerstört sie auch, namentlich im Augenblicke, wo er aus einer Verbindung frei wird, z. B. aus Wasserstoffhyperoxyd (HO_2), Chromsäure und Salpetersäure, Destillation mit Braunstein und Schwefelsäure. Die Gegenwart starker Basen verstärkt oder bedingt die Neigung, Sauerstoff aufzunehmen, auch die Feuchtigkeit, weniger Licht und Wärme.

zu Chlor.

Das Chlor entfärbt sie gleichfalls durch Oxydation, indem es den Sauerstoff des Wassers darauf überträgt und sich mit dem Wasserstoff verbindet.

zu Säuren

Von concentrirten Säuren werden die meisten zu humusartigen Substanzen zerstört. Die Untersalpetersäure ist, besonders mit Schwefelsäure, ein kräftiges Bleichungsmittel. Durch verdünnte Säuren werden sie im Allgemeinen heller, die blauen roth, die rothen und braunen gelb, und durch verdünnte Alkalien dunkler, die gelben roth oder braun, die rothen blau und die blauen bisweilen grün gefärbt.

Fast alle isolirbaren Pflanzenfarbstoffe sind ursprünglich gelbe, braune oder rothe, der einzige blaue ist Indigo, schwarze giebt es gar nicht.

und Basen.

Lackfarben.

Mit einigen Basen, namentlich mehreren Erden und Metalloxyden bilden sie unlösliche Verbindungen, deren Farbe meist beständiger ist, als die des freien Farbstoffes. Sie heißen **Lackfarben** oder **Lacke** nach dem Lackroth, welches zuerst bekannt war und durch Fällung mittelst Thonerde aus dem Gummilack erhalten wird. Sie zersetzen sogar die Salze dieser Basen allmälig, indem sie unter Abscheidung von Säure mit dem basischen Salz eine unlösliche Verbindung bilden. Wo Zersetzung nicht von selbst oder sehr langsam erfolgt, wird sie durch die organische Faser eingeleitet oder beschleunigt. Auch die Kohle und andere poröse Substanzen scheiden die Farbstoffe vollständig aus ihren Lösungen ab.

Vorkommen der Farbstoffe.

Bei weitem die größte Menge der Farbstoffe findet sich in den Pflanzen, weniger im Thierreiche. Viele Pflanzen enthalten mehrere verschiedene Farbstoffe zugleich. Die Blüten sind unter allen Pflanzentheilen am reichsten an Farbstoff. Ihre Masse ist aber für technische Benützungen gewöhnlich zu klein. Die meisten Farbstoffe liefern daher für technische Zwecke das Holz des Stammes und der Wurzeln wegen seiner ausgiebigen Masse, obgleich es im Allgemeinen nur ausnahmsweise brauchbare Farbstoffe enthält. Einige kommen aus Früchten, die wenigsten aus Blüten. Aus dem Thierreiche werden jetzt nur noch wenige Farbstoffe benützt, wie der Karmin, das Lackroth und die Sepia.

Pflanzen, welche auf trockenem, steinigem Boden gewachsen sind, enthalten in der Regel mehr Farbstoff, als auf nassem Boden erwachsene. Ebenso zeichnen sich die in warmen Sommern gewachsenen vor denen in feuchten und kühlen gewachsenen aus. Die Blätter besitzen gewöhnlich zur Blütezeit der Pflanze die größte Menge desselben. Das Holz ist daran zur Saftzeit ärmer als außer derselben, die Rinden dagegen enthalten am meisten, wenn sie in vollem Safte sind und die Knospen sich öffnen. Der äußere Theil ent-

hält im Allgemeinen weniger als der mittlere und dieser weniger als der Bast. Die Rinde jüngerer Bäume ist im Allgemeinen farbreicher als die der älteren. In den Früchten ändert sich Qualität und Quantität des Farbstoffes nach den Graden ihrer Reife.

Man erhält die Farbstoffe meistens durch Ausziehen mit dem entsprechenden Lösungsmittel (Wasser oder Weingeist) und Abdampfen. Einige entstehen aus farblosen Verbindungen, entweder schon durch die oxydirende Wirkung der Luft wie Flechtenroth und Indigblau, oder nur durch stärkere Oxydationsmittel: Salpetersäure, Chromsäure, Chlorkalk u. s. w. wie die Pikrinsäure, die Theer- oder Anilinfarben, das Chiningrün und Chinolinblau.

Wichtigkeit der Farbstoffe.

Die organischen Farbstoffe übertreffen sehr häufig die anorganischen an Schönheit und sind daher trotz geringerer Dauerhaftigkeit für die Färberei und Malerei unentbehrlich.

Prüfung und

Der Gehalt einer Farbwaare an ächtem Farbstoff wird bestimmt durch die Intensität, womit eine gewogene Menge derselben eine gewogene Menge Flüssigkeit färbt, oder durch die Menge Bleichflüssigkeit, welche nothwendig ist, um eine gegebene Menge Farbstoff zu entfärben, oder man stellt den Farbstoff für sich oder einen Lack daraus dar.

Eintheilung derselben.

Man theilt die Farbstoffe nach der Farbe in rothe, blaue, gelbe, grüne und braune. Die wenigsten werden indessen zum technischen Gebrauche für sich selbst angewendet, sondern gewöhnlich nur die sie enthaltenden Thier- und Pflanzentheile.

Rothe Farbstoffe.

Krapp.

Der Krapp (französisch Garance) ist die Wurzel der Färberröthe (Rubia tinctorum), 1 — 4''' dick, außen braun, innen dunkel orangegelb, von süßlichem Geschmack und eigenthümlichem Geruch. Der beste Krapp ist der levantische oder türkische (Alizzari) und der ostindische, nach diesem der holländische, französische, spanische, pfälzische, schlesische und ungarische. Man trennt ihn von Wurzelfasern und Rinde (Mullkrapp oder Krappkleie) und auch vom Mark (Korkkrapp). Das Holz der Wurzeln kommt meist gemahlen als gröbliches Pulver unter dem Namen „ächter Krapp" in den Handel.

Wichtigkeit des Krapps.

Der Krapp ist einer der schönsten und haltbarsten Farbstoffe des Pflanzenreiches für Roth, Braun, Violett und Schwarz auf Wolle und Baumwolle und zur Darstellung eines rothen Lackes. Er enthält außer Faserstoff, Zucker, Pektinsäure, Extractivstoff, 2 Harze, einen Bitterstoff, Rubian genannt, einen rothen Farbstoff: Alizarin, einen purpurrothen: Purpurin, einen pomeranzengelben: Rubiacin und einen gelben: Xanthin.

Das Alizarin oder Krapproth, $C_{20}H_6O_6$ bildet in wasserfreiem Zustand bräunlichgelbe Prismen, in wasserhaltigem goldgelbe Blättchen, ist in kaltem Wasser nicht, in kochendem etwas, mit rosenrother Farbe, leicht in Alkohol mit rother und in Aether mit gelber, mit conc. Schwefelsäure und Salzsäure ohne Zersetzung mit blutrother Farbe löslich. Die Auflösung in Kalilauge ist im durchfallenden Lichte purpurroth, im reflectirten blau, verdünnte Lösung gleichmäßig violett, wird von Kalk- und Barytwasser schön blau gefällt, von Säuren dunkel orangegelb. Es wird nur von kochender Alaunlösung aufgelöst und fällt beim Erkalten wieder nieder. Thonerde und Fettsäuren entziehen es selbst der alkalischen Lösung. Es läßt sich unverändert sublimiren.

Das Purpurin oder der Krapppurpur, oder das Oxyalizarin,

$C_{20}H_6O_7$ bildet in wasserfreiem Zustand rothe, in wasserhaltigem orangegelbe Nadeln, ist in Wasser leichter löslich als Alizarin, gleichfalls mit rosenrother Farbe, leicht in Alkohol und Aether mit pomeranzengelber, in conc. Schwefelsäure und Salzsäure ohne Zersetzung mit blutrother Farbe auflöslich. Die alkalische Lösung ist wie die des Alizarins purpurroth, aber ohne violetten Schein und wird von Säuren wie Alizarin, von Kalk- und Barytwasser aber purpurroth gefällt. Es wird durch Desoxydation mittelst Eisenvitriol braungelb, an der Luft aber augenblicklich wieder blutroth. Es unterscheidet sich noch besonders von Alizarin durch seine Auflöslichkeit in kalter Alaunlösung. Es ist gleichfalls ohne Veränderung sublimirbar.

Das Rubiacin oder Krapporange bildet grünlichgelbe, dem Jodblei ähnliche Tafeln oder Nadeln, ist in kochendem Wasser wenig mit röthlicher Farbe löslich, in Alkohol und conc. Schwefelsäure (ohne Zersetzung) mit gelber Farbe. Die alkalische Lösung stimmt mit der des Purpurins überein. Thonerde und Fettsäure entzieht der geistigen Lösung das Rubiacin, färbt sich orange und wird mit Purpurfarbe von Kali aufgelöst, wodurch es sich wesentlich von Alizarin unterscheidet. Es ist wie die beiden vorigen ohne Veränderung sublimirbar. Durch Kochen mit Eisenoxydsalzen verwandelt es sich in Rubiacinsäure, ein gelbes Pulver, welches mit Alkalien hell ziegelrothe Salze bildet.

Das Xanthin, Krappgelb oder die Ruberythrinsäure ist ein pomeranzengelbes Extract, welches sich schwer in kaltem, leicht aber in heißem Wasser, Alkohol, Aether und Säuren mit goldgelber Farbe auflöst. Die wässrige und geistige Lösung wird durch Thonerde und durch Bleiessig zinnoberroth gefällt. Es bildet mit Alkalien eine dunkel blutrothe Auflösung, welche sich nach dem Kochen wie Alizarin verhält. Auch die Auflösung in Säuren wird durch Kochen unter Abscheidung von Zucker in Alizarin umgewandelt.

Alizarin giebt mit Thonerde einen rothen Lack von derselben Farbe wie Purpurin, aber nur mit Purpurin gefärbte Zeuge liefern durch Schönen ein von allem Braun freies Hochroth oder Türkischroth. Der Krapp geht mit Hefe und Wasser in lebhafte Gährung über und enthält zuletzt kein Alizarin mehr, sondern nur noch Purpurin. Der gemahlene Krapp erleidet auch in trocknem Zustande unter Wasseranziehung eine Gährung, wodurch er zusammenbackt und seine pomeranzengelbe Farbe in ein lebhaftes Roth verwandelt. Seine Färbekraft nimmt dadurch bis zum zweiten oder dritten Jahre zu, dann aber wieder ab. Nach Andern bewirkt die Gährung die Umwandlung des Xanthin in Alizarin unter Mitwirkung des stickstoffhaltigen Bestandtheils Rubian.

Krapppräparate. Die färbenden Bestandtheile des Krapps betragen nur einige Procente. Die werthlosen Bestandtheile erhöhen nicht nur die Transportkosten, sondern sie verhindern auch die vollständige Ausnützung des Farbstoffes, verschlechtern die Farbe und verursachen eine kostspielige Reinigung derselben. Man hat daher Präparate aus dem Krapp darzustellen gesucht, welche einen höheren Gehalt besitzen und einen reineren Farbstoff liefern, nämlich die Krappblumen, das Garancin, Garanceur und Colorin, welche fast sämmtlich darauf beruhen, daß die rothen Farbstoffe der Einwirkung einer concentrirten Schwefelsäure unter Umständen widerstehen, unter denen die übrigen Bestandtheile aufgelöst und zerstört werden.

Krappblumen. Behandelt man den Krapp mit 11 — 12 Theilen mit $^1/_2$% Schwefelsäure angesäuertem Wasser und wäscht ihn dann mit Wasser aus, so werden verschiedene Säuren und Salze, Kalk, Magnesia, Xanthin, Schleim, Pektin,

Zucker 2c. ausgezogen. Seine Farbe ist nicht verändert, aber seine Färbekraft um's Doppelte vermehrt.

Garancin oder Krappkohle entsteht, wenn man stärkere Schwefelsäure anwendet. Man erhitzt den Krapp mit einer Mischung seines gleichen Gewichtes Wasser und $^1/_6$ seines Gewichtes concentrirter Schwefelsäure bis zum Entweichen schwach saurer Dämpfe, wäscht ihn mit Wasser, so lange sich dieses noch färbt und trocknet. Er verliert dabei 40% an Gewicht. Der Faserstoff und die meisten andern Bestandtheile außer dem Alizarin und Purpurin werden verkohlt und der Krapp sieht ganz schwarz aus. Das Färbevermögen wird je nach der Richtigkeit des Verfahrens um das Zwei- bis Siebenfache von dem des Krapps erhöht. Durch zu starke Verkohlung wird auch rother Farbstoff zerstört oder durch die gebildete Kohle unlöslich. Garancin.

Da starke Schwefelsäure mit einigen Bestandtheilen wie Gummi und Zucker leicht gepaarte Verbindungen bildet, so entfernt man diese Stoffe zuweilen durch Auswaschen des Krapps vor der Verkohlung mit gewöhnlichem oder angesäuertem Wasser.

Durch Ausziehen des Garancin mit Alkohol und Abdampfen erhält man das Colorin, ein ockerfarbiges, pulverförmiges Extract. Colorin.

Garanceux heißt mit Schwefelsäure behandelter, gebrauchter Krapp, dessen Färbevermögen man dem des Krapps ungefähr gleich rechnet. Garanceux.

Purpurin und Alizarin werden auch für sich fabrikmäßig dargestellt. Man zieht den Krapp mit Wasser aus, welches mit $^6/_{1000}$ schwefliger Säure, und $^1/_{1000}$ Salzsäure angesäuert ist, und setzt dann etwas ($1^1/_2$ — 3%) Schwefelsäure oder Salzsäure zu. Beim Erwärmen auf 24 — 32° R. wird das Purpurin, beim Kochen das Alizarin gefällt. Das Alizarin liefert besonders schönes Violett. Der Rückstand des Krapps liefert noch $^1/_3$ Garancin von der halben Färbekraft des frischen Krapps. Darstellung des Purpurin und Alizarin.

Das Alizarin ist jedoch nicht ganz rein und daher statt gelb, grün gefärbt. Um es in gelbes zu verwandeln, löst man es in siedendem Solaröl. Beim Aufhören des Kochens scheidet sich der grüne Stoff leicht ab. Nach dem Abkühlen auf 80° R. setzt man schwache Natronlauge zu, welche das Alizarin aufnimmt und auf Zusatz von Schwefelsäure wieder abscheidet. Das Solaröl ist von Neuem verwendbar.

Die Bereitung eines tief oder dunkelrothen Krapplacks ist ein Geheimniß einzelner Fabriken. Die gewöhnliche Bereitung besteht in wiederholtem Auswaschen des Krapps oder der Krappkohle mit weichem Wasser, Ausziehen mit kochender Alaunlösung und Fällen mit Soda oder Borax. Er ist nicht so tief und feurig als Karminlack, soll aber jetzt (der Pariser) in letzterer Beziehung den Vergleich mit diesem aushalten. Er ist wegen seiner vollkommnen Beständigkeit eine unentbehrliche Oel- und Wasserfarbe, zeigt noch in der größten Verdünnung vollkommene Reinheit, trocknet jedoch etwas schwer in Oel. Krapplack.

Die Reinheit der Farbe hängt namentlich davon ab, daß der Alaunauszug siedend heiß gefällt wird, da das freie Alizarin, welches beim Erkalten der Alaunlösung niederfällt, eine braune Farbe hat.

Cochenille.

Die Cochenille ist ein getrocknetes Insect, das ungeflügelte Weibchen einer Schildlaus (Coccus), welche auf mehreren Fackeldisteln (Cactus), in Mexico und Algier lebt. Man tödtet die Thiere auf heißen Platten, wodurch sie zu dunkelbraunen, runzeligen Körnchen zusammenschrumpfen, die auf der Oberfläche mit einem weißlichen Staube bedeckt sind und beim Zerreiben ein purpurrothes Pulver geben von bitterem, schwach zusammenziehendem Geschmack. Sie enthalten 50% purpurrothen Farbstoff, **Karmin** oder Coc-

cusroth, welcher wieder aus Karminsäure, dem eigentlichen färbenden Princip, nebst einem harzartigen und stickstoffhaltigen Körper besteht.

Karmin.

Der Karmin bildet purpurglänzende Körner, ist löslich in Wasser und verdünntem Weingeist, nicht aber in Aether und Oelen, und wird von schwefliger Säure nicht gebleicht. Die wässrige Lösung wird von Säuren hellroth, von Alkalien violett und von Weinstein scharlachroth, von Alaun karmesinroth und von Eisensalzen braun gefärbt.

Während die Auflösung des reinen Karmins von Säuren nicht gefällt wird, wird die Cochenilleabkochung davon gefällt, nämlich in Verbindung mit einer thierischen Substanz. Seine Verbindungen mit den Alkalien, Baryt und Strontian sind in Wasser löslich, die mit Kalk nicht. Man erleidet dadurch beim Ausziehen der Cochenille mit kalkhaltigem Wasser einen Verlust.

Die Auflösung des Karmins wird von Thonerdehydrat vollkommen entfärbt und auch von Alaun allmälig, jedoch nicht vollkommen, mit karmesinrother Farbe gefällt, indem sich basisch schwefelsaure Thonerde mit dem Farbstoffe niederschlägt. Die Verbindung mit der Thonerde unterscheidet sich von andern Farbstoffen, daß sie durch Ueberschuß von Alkali nicht verändert, durch etwas Säure oder Alaun dagegen violett wird.

Bleizucker bildet mit der Lösung einen violetten Niederschlag, Zinnchlorid giebt keinen Niederschlag, aber eine scharlachrothe Färbung, Zinnchlorür einen violetten, bei viel freier Säure karmesinrothen Niederschlag, der mit der höheren Oxydation des Zinnoxydul an der Luft allmälig schön roth wird. Die mit Zinnchlorid versetzte Lösung giebt mit Thonerdehydrat einen scharlachrothen Karminlack.

Wichtigkeit des Cochenillerothes.

Der Karmin ist der feurigste rothe Farbstoff. Er färbt als thierische Substanz die Thierfaser (Wolle und Seide) ziemlich ächt gegen das Licht, eine weniger haltbare Färbung erzeugt er aber auf Baumwolle. Durch Seife wird das Roth violett. Das Decoct der Cochenille dient daher nur zu Karmesin- und Scharlachroth auf Wolle und Seide, der Karmin und der **Karmin-** oder **Florentinerlack** als rothe Malerfarbe, Schminke und zum Malen künstlicher Blumen, die Auflösung des Karmins in Ammoniak oder mit Weinsteinsäure und sehr wenig Alaun als rothe Tinte, der weingeistige und wässrige Auszug der Cochenille als Farbe für Liköre und Backwerke.

Der Karmin ist noch in der größten Verdünnung sehr rein, steht jedoch darin, noch weit mehr aber in der Haltbarkeit, dem Krapplack nach. Der **Karminlack** bildet das eigentliche Karmesinroth, während sich der Karmin schon dem Scharlach nähert. Uebrigens eignet sich der Karmin weniger zum Malen als die Lackfarben, weil er zu körnig ist und sich daher nicht gut unter dem Pinsel zertheilt.

Darstellung des Karmins und Karminlacks.

Man erhält den Karmin, wenn man die Abkochung der Cochenille in Wasser mit Alaun versetzt und wieder kocht, den Karminlack durch Fällung einer Abkochung mit Alaun durch kohlensaures Kali.

Cochenilleroth, Giftroth.

Unter dem Namen **Cochenilleroth** kam kurze Zeit ein Lack im Handel vor, den man dadurch erhielt, daß man Abkochung von Fernambukholz mit Alaun mit arsenigsaurem Kali kochte, wodurch arsenigsaure Thonerde entsteht und die Lackfarbe schöner und tiefer roth gefärbt wird, aber 10 — 15% arsenigsaure Thonerde enthält Da dasselbe aus Unkenntniß zum Rothfärben des Zuckers benützt wurde, so mußte es mit dem Namen **Giftroth** bezeichnet werden. Bei Zimmeranstrichen wären dieselben Nachtheile zu befürchten wie bei den grünen Arsenikfarben.

Das Lackroth.

Das Lackroth ist ein dem Karmin sehr ähnlicher thierischer Farbstoff aus dem Gummilack. Man erhielt es früher durch Digestion oder Auskochen des Stocklacks (S. 339) mit Sodalösung und Fällung des Auszuges mit Alaun als Lack unter dem Namen **Lac-Lac**. Derselbe enthält jedoch viel Harz ($^1/_3$), erfordert daher conc. Schwefelsäure zur Auflösung und ist deshalb nicht wohl anwendbar. Man zieht daher jetzt das Harz mit warmem Wasser aus und dampft den Auszug ab. Das Product enthält keine Thonerde, weniger Harz und kommt als **Lac-Dye** (spr. Läck-bei, d. h. Lackfarb-

Lacklack.

Lac-Dye.

stoff) in den Handel. Das Lackroth ist in seinem eingetrockneten und harzhaltigen Zustande im Lac-Dye nur theilweise in Wasser, aber vollständig in Salzsäure löslich.

Das Lac-Dye wird gegenwärtig ganz allgemein in England zum Scharlachrothfärben des Tuches benützt. Es zeigt dasselbe Feuer wie Karmin und widersteht der Einwirkung des Schweißes besser als dieser. Dagegen paßt es weniger für Karmesinroth, weil die zum Auflösen des Farbstoffes erforderliche Säure das Feuer des Pigmentes beeinträchtigt.

Blauholz.

Das Blauholz oder Campecheholz (ehemals von der Campechebai ausgeführt) von einem großen Baume (**Haematoxylon Campechianum**) des mittleren America, kommt in großen Scheiten im Handel vor, ist schwerer als Wasser, hart, von dichtem Gefüge, süßlich zusammenziehendem Geschmack und veilchenartigem Geruche, dunkelgelbroth, wird aber nach außen an der Luft allmälig schwärzlichbraun. Es enthält einen gelbrothen krystallisirbaren Stoff, das Hämatoxylin, welcher sich an der Luft unter Mitwirkung von Basen, besonders Ammoniak in einen rothen Farbstoff verwandelt.

Das Hämatoxylin ist leichter in heißem als kaltem Wasser löslich, leicht löslich in Alkohol und Aether. Durch Schwefelwasserstoff wird es entfärbt, von Alkalien (bei Luftzutritt) mit anfangs blauer, dann braunrother Farbe gelöst. Die Abkochung des Holzes hat eine dunkel rothbraune Farbe. (Vgl. S. 333). Die neutralen Salze der alkalischen Erden fällen die Holzabkochung oder die Auflösung des Hämatoxylins purpurroth, die basischen blau. Die Schwermetalloxyde bilden damit gleichfalls purpurrothe und violette Niederschläge. Die Farbe dieser Niederschläge ist beständig, aber ein Ueberschuß von Alkali zerstört sie.

Alaun und Zinnsalz geben einen purpurrothen, Bleizucker einen violetten, Kupfervitriol einen rothbraunen, Eisenoxyd-, Manganoxydul- und Chromsalze schwarze Niederschläge, Thonerde und Eisenoxydul geben einen blauen, Zinnoxyd einen rothen und Kupferoxyd mit Thonerde einen dunkelblauen Niederschlag.

Das Blauholz, wie der Auszug desselben, nimmt mit Thonerde und Metallsalzen, besonders beim Erwärmen einen grünen oder gelben Metallglanz an, welcher durch Schwefelsäure und Salzsäure verstärkt, durch Salpetersäure und Alkalien aber zerstört wird. Bei andern rothen Farbhölzern ist diese Erscheinung kaum bemerkbar. Indigo, Safflorroth und Berlinerblau zeigen gleichfalls einen metallischen Glanz, erstere durch die Einwirkung der Luft, das Berlinerblau durch starke Salpetersäure. Blauholzbronze.

Das Blauholz dient wegen seiner Härte und schönen Farbe zu feinen Möbeln, Violinbogen und andern musikalischen Instrumenten, selten als Arzneimittel gegen die Ruhr, weit häufiger aber zum Färben von Violett, Blau, Braun und Schwarz auf Wolle, Seide und Baumwolle; die Farben sind nicht sehr ächt, aber billig. Man benützt es ferner mit etwas Rothholz zum Färben des Zucker- und Nadelpapiers. Blauholzauszug mit schwefelsaurem Kupferoxyd giebt eine violettblaue Tinte, die aber beim Trocknen tief schwarz wird. Mit Alaun oder Zinnsalz behandeltes Blauholzpulver wird mit Rindsgalle auf Saffian eingerieben, um ihm einen grünen oder röthlichen Metallglanz zu geben, **bronzirte Saffiane.** Wichtigkeit des Blauholzes.

Das im Handel vorkommende Blauholzextract, besonders das zur Trockne abgedampfte, hat beim Abdampfen eine Oxydation erlitten, ist nun zum Theil (durch Bildung von Extractabsatz) unauflöslich geworden, giebt intensive (satte), aber nicht lebhafte und weniger haltbare Farben und kann den frischen Auszug des Holzes nicht in allen Fällen ersetzen. Das Blauholzextract.

Rothholz.

Das Rothholz, Brasilienholz oder nach den Bezugsplätzen auch Fer-

cusroth, welcher wieder aus Karminsäure, dem eigentlichen färbenden Princip, nebst einem harzartigen und stickstoffhaltigen Körper besteht.

Karmin. Der Karmin bildet purpurglänzende Körner, ist löslich in Wasser und verdünntem Weingeist, nicht aber in Aether und Oelen, und wird von schwefliger Säure nicht gebleicht. Die wässrige Lösung wird von Säuren hellroth, von Alkalien violett und von Weinstein scharlachroth, von Alaun karmesinroth und von Eisensalzen braun gefärbt.

Während die Auflösung des reinen Karmins von Säuren nicht gefällt wird, wird die Cochenilleabkochung davon gefällt, nämlich in Verbindung mit einer thierischen Substanz. Seine Verbindungen mit den Alkalien, Baryt und Strontian sind in Wasser löslich, die mit Kalk nicht. Man erleidet dadurch beim Ausziehen der Cochenille mit kalkhaltigem Wasser einen Verlust.

Die Auflösung des Karmins wird von Thonerdehydrat vollkommen entfärbt und auch von Alaun allmälig, jedoch nicht vollkommen, mit karmesinrother Farbe gefällt, indem sich basisch schwefelsaure Thonerde mit dem Farbstoffe niederschlägt. Die Verbindung mit der Thonerde unterscheidet sich von andern Farbstoffen, daß sie durch Ueberschuß von Alkali nicht verändert, durch etwas Säure oder Alaun dagegen violett wird.

Bleizucker bildet mit der Lösung einen violetten Niederschlag, Zinnchlorid giebt keinen Niederschlag, aber eine scharlachrothe Färbung, Zinnchlorür einen violetten, bei viel freier Säure karmesinrothen Niederschlag, der mit der höheren Oxydation des Zinnoxydul an der Luft allmälig schön roth wird. Die mit Zinnchlorid versetzte Lösung giebt mit Thonerdehydrat einen scharlachrothen Karminlack.

Wichtigkeit des Cochenilleroths. Der Karmin ist der feurigste rothe Farbstoff. Er färbt als thierische Substanz die Thierfaser (Wolle und Seide) ziemlich ächt gegen das Licht, eine weniger haltbare Färbung erzeugt er aber auf Baumwolle. Durch Seife wird das Roth violett. Das Decoct der Cochenille dient daher nur zu Karmesin- und Scharlachroth auf Wolle und Seide, der Karmin und der Karmin- oder Florentinerlack als rothe Malerfarbe, Schminke und zum Malen künstlicher Blumen, die Auflösung des Karmins in Ammoniak oder mit Weinsteinsäure und sehr wenig Alaun als rothe Tinte, der weingeistige und wässrige Auszug der Cochenille als Farbe für Liköre und Backwerke.

Der Karmin ist noch in der größten Verdünnung sehr rein, steht jedoch darin, noch weit mehr aber in der Haltbarkeit, dem Krapplack nach. Der Karminlack bildet das eigentliche Karmesinroth, während sich der Karmin schon dem Scharlach nähert. Uebrigens eignet sich der Karmin weniger zum Malen als die Lackfarben, weil er zu körnig ist und sich daher nicht gut unter dem Pinsel zertheilt.

Darstellung des Karmins und Karminlacks. Man erhält den Karmin, wenn man die Abkochung der Cochenille in Wasser mit Alaun versetzt und wieder kocht, den Karminlack durch Fällung einer Abkochung mit Alaun durch kohlensaures Kali.

Cochenilleroth, Giftroth. Unter dem Namen **Cochenilleroth** kam kurze Zeit ein Lack im Handel vor, den man dadurch erhielt, daß man Abkochung von Fernambukholz mit Alaun mit arsenigsaurem Kali kochte, wodurch arsenigsaure Thonerde entsteht und die Lackfarbe schöner und tiefer roth gefärbt wird, aber 10 — 15% arsenigsaure Thonerde enthält. Da dasselbe aus Unkenntniß zum Rothfärben des Zuckers benützt wurde, so mußte es mit dem Namen **Giftroth** bezeichnet werden. Bei Zimmeranstrichen wären dieselben Nachtheile zu befürchten wie bei den grünen Arsenikfarben.

Das Lackroth.

Das Lackroth ist ein dem Karmin sehr ähnlicher thierischer Farbstoff aus dem Gummilack. Man erhielt es früher durch Digestion oder Auskochen des Stocklacks (S. 339) mit Sodalösung und Fällung des Auszuges mit Alaun als Lack unter dem Namen **Lac-Lac**. Derselbe enthält jedoch viel

Lacklack. Harz ($^1/_3$), erfordert daher conc. Schwefelsäure zur Auflösung und ist deshalb nicht wohl anwendbar. Man zieht daher jetzt das Harz mit warmem Wasser aus und dampft den Auszug ab. Das Product enthält keine Thonerde, weniger Harz und kommt als **Lac-Dye** (spr. Läck-dei, d. h. Lackfarb-

Lack-Dye.

stoff) in den Handel. Das Lackroth ist in seinem eingetrockneten und harzhaltigen Zustande im Lac-Dye nur theilweise in Wasser, aber vollständig in Salzsäure löslich.

Das Lac-Dye wird gegenwärtig ganz allgemein in England zum Scharlachrothfärben des Tuches benützt. Es zeigt dasselbe Feuer wie Karmin und widersteht der Einwirkung des Schweißes besser als dieser. Dagegen paßt es weniger für Karmesinroth, weil die zum Auflösen des Farbstoffes erforderliche Säure das Feuer des Pigmentes beeinträchtigt.

Blauholz.

Das Blauholz oder Campecheholz (ehemals von der Campechebai ausgeführt) von einem großen Baume (Haematoxylon Campechianum) des mittleren America, kommt in großen Scheiten im Handel vor, ist schwerer als Wasser, hart, von dichtem Gefüge, süßlich zusammenziehendem Geschmack und veilchenartigem Geruche, dunkelgelbroth, wird aber nach außen an der Luft allmälig schwärzlichbraun. Es enthält einen gelbrothen krystallisirbaren Stoff, das Hämatoxylin, welcher sich an der Luft unter Mitwirkung von Basen, besonders Ammoniak in einen rothen Farbstoff verwandelt.

Das Hämatoxylin ist leichter in heißem als kaltem Wasser löslich, leicht löslich in Alkohol und Aether. Durch Schwefelwasserstoff wird es entfärbt, von Alkalien (bei Luftzutritt) mit anfangs blauer, dann braunrother Farbe gelöst. Die Abkochung des Holzes hat eine dunkel rothbraune Farbe. (Vgl. S. 333). Die neutralen Salze der alkalischen Erden fällen die Holzabkochung oder die Auflösung des Hämatoxylins purpurroth, die basischen blau. Die Schwermetalloxyde bilden damit gleichfalls purpurrothe und violette Niederschläge. Die Farbe dieser Niederschläge ist beständig, aber ein Ueberschuß von Alkali zerstört sie.

Alaun und Zinnsalz geben einen purpurrothen, Bleizucker einen violetten, Kupfervitriol einen rothbraunen, Eisenoxyd-, Manganoxydul- und Chromsalze schwarze Niederschläge, Thonerde und Eisenoxydul geben einen blauen, Zinnoxyd einen rothen und Kupferoxyd mit Thonerde einen dunkelblauen Niederschlag.

Blauholzbronze. Das Blauholz, wie der Auszug desselben, nimmt mit Thonerde und Metallsalzen, besonders beim Erwärmen einen grünen oder gelben Metallglanz an, welcher durch Schwefelsäure und Salzsäure verstärkt, durch Salpetersäure und Alkalien aber zerstört wird. Bei andern rothen Farbhölzern ist diese Erscheinung kaum bemerkbar. Indigo, Safflorroth und Berlinerblau zeigen gleichfalls einen metallischen Glanz, erstere durch die Einwirkung der Luft, das Berlinerblau durch starke Salpetersäure.

Wichtigkeit des Blauholzes. Das Blauholz dient wegen seiner Härte und schönen Farbe zu feinen Möbeln, Violinbogen und andern musikalischen Instrumenten, selten als Arzneimittel gegen die Ruhr, weit häufiger aber zum Färben von Violett, Blau, Braun und Schwarz auf Wolle, Seide und Baumwolle; die Farben sind nicht sehr ächt, aber billig. Man benützt es ferner mit etwas Rothholz zum Färben des Zucker- und Nadelpapiers. Blauholzauszug mit schwefelsaurem Kupferoxyd giebt eine violettblaue Tinte, die aber beim Trocknen tief schwarz wird. Mit Alaun oder Zinnsalz behandeltes Blauholzpulver wird mit Rindsgalle auf Saffian eingerieben, um ihm einen grünen oder röthlichen Metallglanz zu geben, **bronzirte Saffiane.**

Das Blauholzextract. Das im Handel vorkommende Blauholzextract, besonders das zur Trockne abgedampfte, hat beim Abdampfen eine Oxydation erlitten, ist nun zum Theil (durch Bildung von Extractabsatz) unauflöslich geworden, giebt intensive (satte), aber nicht lebhafte und weniger haltbare Farben und kann den frischen Auszug des Holzes nicht in allen Fällen ersetzen.

Rothholz.

Das Rothholz, Brasilienholz oder nach den Bezugsplätzen auch Fer-

nambuk-, Sanct Marthen- oder Sapanholz genannt, kommt von einem südamericanischen Baume (Caesalpinia Crista), ist innen gelblich-, außen feuerroth, schwerer als Wasser, hart, von dichtem Gefüge und süßlichem Geschmack. Es enthält einen farblosen, krystallisirbaren Stoff, das Brasilin, welcher sich an Luft, besonders unter Mitwirkung von Ammoniak in einen rothen Farbstoff verwandelt. Dieser löst sich in kaltem Wasser unverändert, wird von heißem Wasser etwas geröthet, und ist in Alkohol und Aether gleichfalls löslich. Durch Schwefelwasserstoff und schweflige Säure wird er entfärbt, von den übrigen Säuren gelb, von Alkalien violett, durch Neutralsalze roth gefärbt. Die Abkochung des Holzes ist feuerroth und verhält sich gegen Reagentien fast ebenso wie die Auflösung des reinen Brasilins. Die Schwermetalloxyde bilden damit karmesin- oder purpurrothe Niederschläge.

Alaun giebt einen karmesin-, Zinnsalz einen rosenrothen, Eisenoxydsalze rothbraune, Blei-, Kupfer- und Mangansalze purpurrothe Niederschläge. Thonerde färbt sich damit karmesinroth, Zinnoxydul violett und Zinnoxyd rosenroth. Ein Zusatz von Alkali macht diese Niederschläge, wie die des Blauholzes, sehr vergänglich.

Wichtigkeit des Rothholzes. Das Rothholz dient bisweilen zur Darstellung von Violinbogen und andern Holzarbeiten, besonders aber zum Karmesin- und Scharlachfärben, wegen seiner Billigkeit besonders für geringe Seidenwaaren, aber nur für solche Wollenzeuge, welche der Walke nicht mehr bedürfen, weil es die Seife nicht verträgt. Zu rother Tinte, zu Kugellack und als Reagens (wird durch Alkalien violett, durch Säuren gelb). Die Farbe ist weniger feurig als Cochenille, und besonders auf Baumwolle so flüchtig (am Lichte verblassend), daß sie in der Zeugdruckerei nur als Dampffarbe angewendet wird. Durch Chromsäure gewinnt sie gleichfalls etwas mehr Beständigkeit. Durch Seife und Alkalien wird sie violett.

Rothe Tinte aus Fernambuk. Kugellack. Man erhält die rothe Tinte durch Versetzen des Rothholzauszuges mit Weinstein, Alaun, Zinnchlorid und Gummi, den Kugellack durch Versetzen des Auszuges mit Alaun und Fällen mit kohlensaurem Kali. Der Auszug des Rothholzes läßt sich länger aufbewahren als der des Blauholzes und wird daher nicht nur vorräthig gehalten, sondern selten vor 3 — 4 Wochen angewendet und mit möglichst hartem Wasser bereitet, weil sich der Farbstoff erst allmälig an der Luft unter Mitwirkung alkalischer Substanzen entwickelt und daher alsdann tiefer und haltbarer färbt.

Sandelholz.

Das rothe Sandelholz oder Caliaturholz ist das Holz eines ostindischen Baumes (Pterocarpus santalinus), kommt in großen viereckigen Scheiten vor, ist außen braun-, innen ziegelroth, schwerer als Wasser, hart, von durchkreuztem Gefüge, schwachem Geruch und schwach zusammenziehendem Geschmack.

Es enthält:

1. Einen in kaltem Wasser wenig, in heißem aber leicht löslichen braunen Extractivstoff.

2. Einen in Wasser unlöslichen, in Weingeist, kochender conc. Essigsäure, ätzenden Alkalien und heißen Lösungen der kohlensauren Alkalien leicht löslichen rothen harzartigen Farbstoff, das Santalin.

3. Einen braunen harzartigen Farbstoff, das Santalibin, welches aus dem Santalin durch Oxydation an der Luft entsteht und in denselben Flüssigkeiten wie dieses, nebstdem aber auch noch in kalter Chlorkalkauflösung löslich ist, wodurch es sich von dem Santalin trennen läßt.

Das Holz liefert daher mit Wasser ein braungelbes, mit Sodalösung dagegen (nach vorheriger Erschöpfung durch kochendes Wasser und kalter Chlorkalklösung) ein karmesinrothes Decoct, welches mit Alaun, Zinnsalz und Bleizucker einen karmesinrothen, mit Eisenoxydsalzen einen rothbraunen und mit Mangan- und Kupfersalzen purpurrothe Niederschläge bildet.

Das Sandelholz dient bisweilen zu Kunst-, Tischler- und Dreherarbeiten, das Pulver zum Färben von Zahnpulvern, rothen Tincturen, Likören, Polituren, Firnissen, und zum Rothfärben des Leders. In Indien wird es mit $^1/_{10}$ Rothholz zum Rothfärben der Seide und Baumwolle gebraucht. In Europa wurde es in der Färberei bis jetzt selten benützt und nur zu Braun und Bronzefarbe auf Wolle, weil man den rothen Farbstoff (Santalin) nicht auf zweckmäßige Art von dem braunen (Santalidin) zu trennen wußte. Wichtigkeit des Sandelholzes.

Obgleich man vorgeschlagen hat, dem Sandelholz zuerst durch kochendes Wasser und kalte Chlorkalklösung das braune Harz und dann durch heiße Sodalösung den rothen Farbstoff zu entziehen und mit letzterem durch Säuren angebeizte Wolle zu färben, so ist es doch noch nicht gelungen, ein brauchbares Roth damit zu erzeugen.

Alkanna.

Die Alkanna ist die Wurzel einer südeuropäischen Pflanze (**Anchusa tinctoria**). Sie ist ziemlich lang, fingerdick, mit einer dunkel purpurrothen, leicht abfärbenden Rinde, ist geruchlos, von süßlich bitterlichem Geschmack. Die Rinde enthält einen rothen, harzartigen Farbstoff, das Alkannaroth, welches in Wasser nicht, wohl aber in Weingeist, Aether, flüchtigen und fetten Oelen mit karminrother, in Schwefelsäure mit violetter, in alkalischen Erden und in ätzenden und kohlensauren Alkalien mit blauer Farbe auflöslich ist. Mit Zinnchlorür bildet es einen violetten, mit Zinnchlorid einen karmesinrothen, mit Bleizucker einen blauen, mit Eisenvitriol und schwefelsaurer Thonerde einen dunkelvioletten, mit Alaun einen purpurrothen Niederschlag. Beim Abdampfen der geistigen Lösung geht es allmälig in einen schmutzig grünen Farbstoff über. Da dies auf Gegenwart von Ammoniak beruht, welches aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Wurzel entsteht, so läßt es sich durch Zusatz von etwas Salzsäure verhüten.

Die Alkanna dient zum Rothfärben von Salben, Oelen, geistigen Tincturen und Firnissen, und zu Violett in der Kattun- und Seidedruckerei, welches gegen Säuren, Alkalien, Seife und Chlorkalk ächt, gegen das Licht aber empfindlich ist.

Orseille.

Die Orseille wird aus mehreren Flechten erhalten, und hat danach verschiedene Namen. Die eigentliche Orseille kommt von der **Roccella tinctoria** auf den kanarischen Inseln. Die von der **Variolaria dealbata** in Deutschland heißt Persio und die von der **Lecanora tartarea** in England Cudbear.

Die zerriebenen Flechten werden mit Wasser, gefaultem Urin und gebranntem Kalk zu einem Brei angerührt und dieser dann einige Wochen der Einwirkung der Luft überlassen. Wenn die Masse violett geworden ist, packt man sie noch feucht in Fässer. Sie bildet eine breiartige Masse von violetter Farbe und veilchenähnlichem Geruch. Ihre Farbe wird nach einiger Zeit schmutzig braun, an der Luft aber sehr bald wieder violett, allein nach 2 Jahren verschwindet die Farbe unwiederbringlich.

Der Farbstoff der Orseille oder das Orcëin entsteht aus einer in den

Flechten enthaltenen gelblichweißen, krystallisirbaren Substanz, dem Orcin (S. 333) durch die Einwirkung von Ammoniak unter Mitwirkung der Luft. Es ist ein schön rothes Pulver, läßt sich durch Ammoniak ausziehen und ist in Wasser wenig, in Aether gar nicht, aber in Weingeist mit karmesinrother, in Alkalien mit violetter Farbe löslich und wird von Säuren als karminrothes Pulver daraus gefällt. Es giebt mit Alaun einen rothbraunen, mit Metallsalzen rothe Niederschläge und wird durch Schwefelwasserstoff entfärbt.

Die Orseille liefert ein schönes, aber dem Lichte nicht widerstehendes Violett für Wolle und Seide, sie dient daher nur als Zusatz zu andern Farben, um sie anders zu nüanciren oder ihnen mehr Feuer zu ertheilen.

Lackmus. Verfährt man wie bei der Darstellung der Orseille, nur mit dem Unterschiede, daß man nebst Harn und Kalk noch Pottasche und Kreide oder Gyps zusetzt, so erhält man einen blauen Farbstoff, welchen man in kleine Würfel formt und **Lackmus** nennt. Das Kali befördert die Oxydation des Orcin noch mehr als das Ammoniak, es entsteht daher kein Orceïn, sondern Azolitmin, welches 2 At. Sauerstoff mehr enthält. Das Azolitmin giebt mit Alkalien blaue Verbindungen, was das Orceïn nicht thut. Kreide oder Gyps scheinen dazu zu dienen, um der Masse mehr Körper zu geben. Es bildet eine blaue, erdige Substanz, welche sich in Wasser mit Zurücklassung von Flechtentheilen, Kreide, Gyps, Thon, Sand u. dgl. mit blauer Farbe auflöst. Die eigentliche Farbe des Farbstoffes ist violett, er wird aber in Gegenwart von Alkalien, (wie im Lackmus) blau und von Säuren roth. Man braucht es daher in der Chemie als Reagens auf Säuren und in geröthetem Zustande auf Basen, als Zusatz zum Kalk beim Weißen, in der Bleicherei und Appretur, zum Bläuen der Wäsche, in der Zuckerraffinerie, zum Blaufärben von Backwerken und Likören, aber wegen seiner leichten Veränderlichkeit nicht in der Färberei. Es ist ein, besonders bei Kerzenlicht, stark ins Violette ziehendes Blau.

Safflor.

Der Safflor besteht aus den Blumenblättern der Safflorpflanze (Carthamus tinctorius), welche in der Levante einheimisch, in Südeuropa, zum Theil auch in Deutschland gebaut wird. Man knetet ihn mit Wasser, um ihm den gelben in Wasser löslichen Farbstoff zu entziehen und formt ihn in kleine runde Brode. Der deutsche Safflor kommt meist ohne Zubereitung in den Handel. Das Wasser zum Auswaschen soll nicht kalkhaltig, sondern vielmehr mit Citronsäure (mit Essig- oder Weinsäure wird der Farbstoff weniger schön) angesäuert sein, weil sich das Pigment in alkalischen Flüssigkeiten auflöst.

Um das Safflorroth oder Carthamin darzustellen, wird der präparirte Safflor mit Wasser ausgezogen, welches $^1/_{10}$% Soda enthält. In den Auszug taucht man Kattunstreifen [1]), sättigt ihn mit Citronsäure und spült die nun roth gefärbten Streifen mit Wasser ab, um den noch anhängenden gelben Farbstoff zu entfernen. Um das Carthamin von der Baumwolle abzuziehen, weicht man die Lappen in einer Auflösung vom doppelten Gewichte

1) Nach Andern soll die Uebertragung auf Baumwolle keine Reinigung bewirken, da sich der ganze Niederschlag, wie ihn die Säure hervorbringe, mit der Baumwolle verbinde.

kohlensaurem Natron in 10 Th. Wasser ein, fällt den Auszug mit Säure, wäscht und trocknet den Niederschlag auf einem Teller, einer Schale oder auf Täfelchen von Weißblech.

Das Carthamin kommt daher als **Tassen-** oder **Tellerroth** in den Handel und bildet dünne Krusten, welche in durchfallendem Licht karmesinroth, im reflectirten goldglänzend, später grünlich sind. Es ist in Wasser fast unlöslich, in kaltem Alkohol mit rosenrother, in heißem mit pomeranzengelber Farbe, in Aether, fetten und ätherischen Oelen nicht, sehr leicht aber in kohlensauren Alkalien löslich; von ätzenden wird es zersetzt. Es verblaßt bald durch Luft und Licht und wird schon durch bloses Kochen mit Wasser und Alkohol verändert. Von Karmin unterscheidet es sich dadurch, daß dieser sich in Ammoniakflüssigkeit mit dunkelrother, das Carthamin dagegen mit bräunlich gelber Farbe auflöst.

Das Safflorroth ist ebenso theuer als vergänglich, indem der Safflor nicht viel über $^1/_2{}^0/_0$ davon enthält und der Farbstoff so empfindlich ist, daß man das Färben und Trocknen nicht bei hellem Tageslicht und nicht mit warmer Brühe vornehmen darf. Auch das Alter ist der Farbe höchst nachtheilig, namentlich wenn die Aufbewahrung nicht an sehr trocknen Orten geschieht. Der Safflor dient daher nur wegen der ausgezeichneten Zartheit seiner rothen Farbe, jedoch ziemlich sparsam in der Seiden- und Baumwollenfärberei zu Rosenroth, Hochroth und Kirschroth, (auf Wolle fixirt sich der Farbstoff nicht) das Carthamin zum Malen künstlicher Blumen und mit Talkpulver als feine Schminke.

Der Purpur der Alten.

Der Purpur der Alten war der Saft von 2 Schneckenarten, welche an den Küsten des mittelländischen Meeres sehr häufig sind, der tyrische Purpur von Murex brandaris, der Amethystpurpur von Murex trunculus. Die Flüssigkeit befindet sich in einem Beutel im oberen Theile des Thieres. Sie ist im Beutel weiß und milchig, oxydirt sich aber, sobald sie mit der Luft und dem Licht in Berührung kommt, durchlauft in 48 Stunden alle Schattirungen von Gelb, Grün und Blau und wird endlich purpurroth oder vielmehr violett. Der Farbstoff befestigt sich daher, wie der Indigo, ohne alle Beize auf der Faser, widersteht der Luft, dem Licht und der Seife, selbst Alkalien und verdünnten Säuren vollkommen, ist aber nicht so rein wie Cochenilleroth. Die Schnecken wurden in Honig und Oel aufbewahrt, um den Saft vor Oxydation zu schützen. Die Haltbarkeit der Purpurfarben war verschieden, doch scheint sie bei einigen sehr bedeutend gewesen zu sein. Man glaubte lange, das Geheimniß des Purpurfärbens sei verloren. Dies ist aber nicht der Fall. Man wendet dieses Farbmaterial nur deshalb nicht mehr an, weil es bei der geringen Ausbeute von einem Thier außerordentlich theuer kam, das Färben sehr langwierig (über 10 Tage) war und man jetzt weit wohlfeilere und schönere Farben, wie Cochenille und Rothholz, kennt.

Das Anilinroth, wie alle übrigen Anilinfarben, können erst bei den Producten der trocknen Destillation behandelt werden.

Blaue Farbstoffe.

Indigo.

Der Indigo findet sich, jedoch immer nur in farblosem Zustand in einer großen Anzahl verschiedener Pflanzen, von denen jedoch nur einige ausländische ergiebig genug sind, um ihn daraus darzustellen. Der in Deutschland wild wachsende **Waid** (Isatis tinctoria) wurde schon seit fast 1000 Jahren zum Blaufärben benützt und daher sehr häufig gebaut, aber durch den vor 300 Jahren in Europa bekannt gewordenen Indigo verdrängt. Er wird aus mehreren Arten der ostindischen, später auch in Westindien und in Africa cultivirten Gattungen Indigofera und Nerium sowie aus dem Färberknöterich, Polygonum tinctorium in China erzeugt, welcher jetzt auch in

Frankreich angebaut wird. Diese Pflanzen liefern weit mehr (Indigofera 4, Polygonum 1/2 — 1, Waid 1/8%) und schöneren Indigo als der Waid [1]). Bei Krankheiten, wo die Lunge den Kohlenstoff nicht mehr auszuscheiden vermag, enthält der menschliche Harn zuweilen etwas blauen Indigo.

Der Indigo ist eine in ihren Eigenschaften nicht blos von den übrigen Farbstoffen, sondern überhaupt von allen andern organischen Körpern abweichende Substanz. Er bildet eine dunkelblaue geschmack- und geruchlose erdige Masse, zeigt beim Reiben mit harten Körpern einen kupferrothen Metallglanz und ist bald leichter, bald schwerer als Wasser je nach seiner Lockerheit durch die Bereitung, oder nach dem Gehalte an fremden Beimengungen. Er enthält ungefähr die Hälfte seines Gewichtes Farbstoff, nämlich Indigbraun, Indigroth und Indigblau nebst Indigleim und erdigen Substanzen (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia). Er ist in Wasser und andern Lösungsmitteln unauflöslich, nur conc. Schwefelsäure löst ihn vollkommen und zwar mit unveränderter Farbe auf. Von Chlor und Salpetersäure wird er jedoch schnell zerstört und rostgelb gefärbt.

Der Waid. Der Waid wird wegen seines geringen Gehaltes in der Regel nicht auf Indigo verarbeitet, sondern das Kraut selbst in der Färberei benützt. Man trocknet und zerreibt die Blätter, überläßt sie dann mit Wasser einer Gährung, formt in Ballen und trocknet sie. Nur zur Zeit der Continentalsperre hat man die Darstellung des Indigo's aus Waid versucht.

Darstellung des Indigo. Um den Indigo zu erhalten, ließ man früher die Blätter mit Wasser gähren. Allein man fand später, daß die zeitraubende Gährung nicht nothwendig ist. Wenn man luftfreies warmes Wasser anwendet, so kann sich der Indigo nicht oxydiren und braucht daher auch durch Gährung nicht wieder desoxydirt zu werden. Der reducirte Indigo löst sich in Verbindung mit dem Kalkgehalte der Blätter mit gelber Farbe in Wasser auf, die Flüssigkeit wird abgelassen und nun mit Schaufeln durchgearbeitet. Durch die Einwirkung der Luft oxydirt sich der Indigo, wird unauflöslich und setzt sich als blaues Pulver ab, welches man mit Wasser auskocht, um es möglichst von gelbem Extractivstoff (Indigleim) zu befreien und dichter zu machen. Es wird dann abgepreßt und getrocknet.

Die näheren Bestandtheile desselben. Um die näheren Bestandtheile des Indigo von einander zu trennen, behandelt man den gepulverten Indigo zuerst mit verdünnter Schwefelsäure, welche den Indigleim auszieht, dann mit kochender Kalilauge, welche das Indigbraun, und zuletzt mit kochendem Weingeist, welcher ihm das Indigroth entzieht, und was zurückbleibt, ist das

Indigblau. Indigblau $C_{16}H_5NO_2$. Um es vollkommen zu reinigen, muß es durch Schütteln mit Kalk und Eisenvitriol reducirt werden. Ein Theil Kalk verbindet sich mit der Schwefelsäure des Eisenvitriol zu schwefelsaurem Kalk und das frei gewordene Eisenoxydul oxydirt sich aus dem Wasser zu Oxyd, während der Wasserstoff des Wassers an das Indigblau geht, welches nun mit gelber Farbe in Kalkwasser auflöslich ist. Man filtrirt die Lösung und läßt sie an der Luft sich wieder oxydiren, was noch durch die Trennung des

---

1) Andere inländische Pflanzen, wie die schlitzblättrige Pappel (Malva alcea), die Cichorie (Cichorium Intibus), der Teufelsabbiß (Scabiosa succisa), und das Waldbingelkraut (Mercurialis perennis) enthalten noch weniger — blos Spuren von Indigo; in kälteren Ländern (z. B. in Schweden) auch der Waid nur Spuren davon, während er in Südeuropa nicht ganz ohne Erfolg auf Indigo benützt wurde.

Kalks mittelst Salzsäure befördert wird. Das Indigblau scheidet sich in krystallinischen Schuppen ab.

Das reine Indigblau hat eine tief purpurblaue Farbe und einen kupferrothen Strich, verwandelt sich bei 232° R. in einen purpurfarbenen Rauch und sublimirt sich großentheils unzersetzt in purpurrothen metallglänzenden Blättchen, zum Theil wird es verkohlt. Es ist in Wasser, Alkohol, Aether und Alkalien unlöslich, wenig löslich in kochendem Alkohol, von Chlor wird es, jedoch nur in feuchtem oder aufgelöstem Zustande, zerstört und braungelb gefärbt, von schwefliger Säure aber nicht verändert, concentrirte und besonders leicht die rauchende Schwefelsäure löst es mit blauer Farbe zu Indigschwefelsäure und Indigunterschwefelsäure, anfangs nebst Indigpurpurschwefelsäure, welche fast mit allen Basen leicht auflösliche Salze bilden, selbst mit denjenigen, deren Sulphate ganz unauflöslich sind, wie Baryt und Bleioxyd. Von conc. Salpetersäure wird es zuerst in farblose Indigsäure und dann in Pikrinsalpetersäure (S. 366) umgewandelt. Durch leicht oxydirbare Stoffe, wie Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Schwefelkalium, Schwefelantimon, Schwefelarsenik, Eisen- und Zinnoxydul, schwefligsaure Salze, wird es, besonders in Gegenwart von Alkalien, ebenso auch durch gährende organische Substanzen, sowie durch den Lebensproceß der Pflanze desoxydirt.

Indigweiß.

Der desoxydirte oder reducirte Indigo, oder das **Indigweiß**, $C_{16}H_6NO_2$ setzt sich allmälig aus seinen Lösungen in weißen oder weißgrauen Flocken ab. Es ist unauflöslich in Wasser und verdünnten Säuren, löslich dagegen in Alkohol, Aether, Alkalien und alkalischen Erden. Mit einem Ueberschuß von Kalk bildet es jedoch eine in Wasser fast unlösliche Verbindung, weshalb auch ein Zusatz von Kalk bei der Bereitung des Indigs die Abscheidung desselben befördert. Die alkalischen Lösungen werden sogleich an der Luft oxydirt und scheiden Indigblau aus.

Der Gesammtgehalt des Indigo an blauem Farbstoff befindet sich in den Pflanzen im Zustande des Indigweiß, es oxydirt sich nach der Abscheidung aus denselben zu Indigblau, muß aber, wenn es beim Färben unmittelbar auf den Zeugen befestigt werden soll, durch die Küpe wieder zu Indigweiß reducirt werden, damit es als alkalische Auflösung aufgetragen, ohne Beize durch den blosen Sauerstoff der Luft in den unlöslichen Zustand übergeht. Wird es in blauem Zustand in Schwefelsäure gelöst, als Sächsischblau, zum Färben benützt, so muß es mit Thonbeize befestigt werden. Das Küpenblau hat den Vorzug der größten Haltbarkeit, während das Sächsischblau die größte Reinheit der Farbe und größere Gleichmäßigkeit der Färbung für hellere Nüancen gewährt, aber an Haltbarkeit sehr zurücksteht.

Wichtigkeit des Indigo.

Der Indigo ist unter sämmtlichen organischen blauen Farbstoffen der einzige zum Färben brauchbare und zugleich unter allen organischen Pigmenten das dauerhafteste, vollkommen ächt gegen Luft, Licht, Laugen und Säuren[1]). Er findet daher auch unbedingt die häufigste Anwendung in der Färberei für Blau und Grün auf Wolle, Seide, Baumwolle und Leinwand, besonders für Tücher, die zum Strapazziren bestimmt sind, wie die der Militäruniformen. Die Auflösung des Indigo in Schwefelsäure dient als Oleum

1) In feuchter Luft verschwindet er mit der Zeit auf Baumwolle, noch früher auf Seide und bleibt nur auf Wolle allein fast unverändert. In trockner Luft dagegen erleidet er selbst nach 2 Jahren auf keinem dieser Stoffe eine sehr merkliche Veränderung.

zum Färben des Sächsischblau, in verdünntem Zustand, **Indigtinctur**, als Reagens auf Chlor und Salpetersäure und dieselbe durch Eisen- und Zinkfeilspäne entfärbt, als Reagens auf Sauerstoff.

Der **Indigkarmin** oder das indigschwefelsaure Kali, (besser wegen ihrer Leichtlöslichkeit die indigschwefelsaure Magnesia) dient für sich als blaue Saftfarbe und mit Thonerde als **Indiglack**, die mit indigschwefelsaurem Kali gefärbte Stärke als **Waschblau**, Neu- oder Sächsischblau zum Bläuen der Wäsche.

Der rothe Indigo ist als Malerfarbe zwar kein glänzendes Blau, sondern ins Grünliche ziehend und erscheint bei Kerzenlicht ganz grün (vgl. Berlinerblau S. 139); aber er ist sehr durchsichtig in jeder Verdünnung, und wird bei uns besonders zur Wasser-, in England auch für Oelmalerei benützt. Lack und Indigkarmin sind weit intensiver, glänzender und mehr violett, letztrer schlägt jedoch auf Papier leicht durch und wird daher wenig gebraucht.

Vor dem Bekanntwerden des Ultramarins war der Indigo das einzige haltbare Blau auf Kalkwänden, jetzt dient er nur höchstens noch zur Mischung eines haltbaren Dunkelgrüns, in Oel deckt er nicht, dunkelt stark nach und ist, abgesehen von seiner matten Farbe, für gewöhnliche Anstriche zu theuer.

Der Waid, früher ausschließlich zum Blaufärben benützt, wurde dazu später immer nur mit Indigo verwendet und ist auch jetzt, dem alten Herkommen gemäß, noch bei der Indigofärberei beibehalten worden, aber nicht wegen seines blauen Farbstoffes, sondern als Gährungsmittel zur Reduction des Indigo, wobei ihn jedoch weit zweckmäßiger der Zucker vertritt. Man fand übrigens die ohne Gährung getrockneten Blätter diesem Zwecke besser entsprechend, als die gegohrnen.

Prüfung des Indigo.

Die Güte des Indigo wird in der Regel nach Farbe, Glanz, Härte, Reinheit des Bruches und Leichtigkeit beurtheilt. Diese Beurtheilung erfordert indessen eine große Uebung und giebt bei allem dem blos ein annäherndes Resultat. Nur die chemische Bestimmung des Gehaltes am Indigblau ist zuverlässig und genau.

Man trägt so lange von dem zerriebenen Indigo in eine bestimmte Menge Chlorwasser, als er von demselben entfärbt wird, verfährt ebenso mit reinem Indigblau oder Indigo von bekanntem Gehalt, und bestimmt danach den Gehalt des zu prüfenden. Wurden z. B. von letzterem 50 Gran, vom Indigblau dagegen nur 25 hiezu verbraucht, so enthält der fragliche Indigo 25 Gran oder die Hälfte seines Gewichtes Indigblau. Diese Methode ist einfach, giebt aber den Gehalt des Indigo stets zu hoch an, weil das Chlor stets auch auf die Nebenbestandtheile, namentlich Indigbraun wirkt.

Umständlicher, aber genauer ist die unmittelbare Bestimmung des Indigblau. Man reducirt und löst den Indigo mit Eisenvitriol, Kalk und Kali, fügt Salzsäure zur Auflösung, setzt sie der Luft aus und sammelt das Indigblau auf einem Filter.

Das Lackmusblau ist ursprünglich ein violettrother Farbstoff und wurde bereits unter den rothen Farbstoffen (S. 360) abgehandelt.

Gelbe Farbstoffe.

Wau.

Der Wau (Reseda luteola) wächst in Deutschland, Frankreich und England häufig wild, wird aber auch angebaut, er enthält ein gelbes Pigment, Luteolin, welches sich in Wasser wenig, leicht aber in Alkohol, Aether und Kalilauge mit goldgelber Farbe auflöst. Es ist unter den gelben Pflanzenfarben die ächteste und wird durch Alkalien (in der Walke) nicht so bald schmutzigbraun, sondern noch schöner gelb. Der Wau ist besonders wegen des grünlichen Tones geschätzt und wurde früher sehr viel, gegenwärtig nur noch in der Seiden- und Wollenfärberei zu Gelb und Grün und zur Darstellung von feinem Schittgelb (einer gelben Lackfarbe) gebraucht. Mit

Eisensalzen liefert er ein Schwarz, welches noch weniger bräunlich ist, als das von Gelbholz.

Gelbbeeren.

Die Gelbbeeren oder Avignonkörner sind die Früchte des Färberkreuzdorns (Rhamnus infectoria). Der Farbstoff derselben, das Rhamnin ist in Wasser, Weingeist und Aether löslich. Es widersteht der Luft und dem Lichte ziemlich lange und wird von heißem Seifewasser wenig blasser, ist aber doch weniger ächt als das Waugelb. Die Gelbbeeren dienen vorzugsweise in der Kattundruckerei, zu Buntpapier und Lackfarben. — Die persischen Gelbbeeren, von Rhamnus saxatilis, sind größer und besser als die französischen von Avignon.

Quercitron.

Das Quercitron ist die gemahlene Rinde einer nordamericanischen Eiche (Quercus nigra). Der Farbstoff desselben, das Quercitrin ist in Alkohol leicht, in Aether und Wasser wenig, in 400 Th. kochendem Wasser mit blaßgelber Farbe löslich. Die Auflösung wird von Alkalien dunkler, von Alaun schön gelb gefärbt, von Kupfer- und Bleioxydsalzen wird es dunkelgelb, von Eisenoxydsalzen olivengrün gefällt. Der Farbstoff steht zwar dem Wau und den Gelbbeeren an Aechtheit nach, wird schmutziggelb und hat weniger von dem grünlichen Tone des Wau, aber er liefert ein besseres und wohlfeileres Gelb als Gelbholz und hat den Vorzug vor dem Wau, daß er nur an gebeizten Stellen der Faser haftet, während das Waugelb mehr ein substantiver Farbstoff ist und also auch den nicht gebeizten Stellen anhängt. Die Rinde wird sehr häufig in der Färberei zu Gelb für Wolle, Baumwolle und Leinwand und in der Kattundruckerei benützt. Sie liefert ein reineres (weniger bräunliches) Gelb, wenn man den darin enthaltenen Gerbstoff durch etwas Leimauflösung oder Kleie aus der Farbbrühe niederschlägt.

Gelbholz.

Gelbholz in weiterem Sinn heißen zwei verschiedene in der Färberei benützte Holzarten.

Das ungarische Gelbholz heißt gewöhnlich Fisetholz auch junger Fustik. Es ist vom Perückenbaum (Rhus Cotinus) und kommt vorzüglich aus Dalmatien, Illyrien und Ungarn. Sein Farbstoff, das Fustin löst sich in Wasser, Alkohol und Aether mit grünlichgelber Farbe, wird von Ammoniak rothgelb gefärbt, von Alaun gelb gefällt, von Zinnchlorür orangegelb, von essigsaurem Blei- und Kupferoxyd braun, von schwefelsaurem Eisenoxyd grünbraun. Es färbt weniger ächt als Quercitron und Cubagelbholz und wird selten, wie in der Kattundruckerei, allein, sondern meist mit Cochenille zu Scharlach gebraucht. Für Orange giebt es viel Feuer, geht aber am Licht ins Rosenrothe über. Mit Eisenbeize dient es vermöge seines Gerbstoffgehaltes zum Schwarzfärben; mit Indigo zu Grün. Fiſetholz.

Das Gelbholz in engerem Sinn, eigentliches oder gewöhnliches Gelbholz, gelbes Brasilienholz oder Cuba-Gelbholz, von den Engländern alter Fustik genannt, ist das Holz des Färber-Maulbeerbaumes (Morus tinctoria) in Brasilien, West- und Ostindien. Es enthält viel Farbstoff (9%), Morin genannt und eine eigenthümliche

Gerbsäure, die Moringerbsäure. Das Morin ist in Wasser schwer löslich, leichter in Alkohol und noch leichter in Aether mit gelber, in Säuren mit heller gelber, in Alkalien mit rother, in Alaunlösung mit grünlichgelber Farbe löslich. Von Zinnchlorür wird es gelb, von Bleizucker orange, durch schwefelsaures Eisenoxyd braun, durch essigsaures Kupferoxyd (wenigstens sogleich) gar nicht gefällt. Es ist wenig ächt, verschwindet in heißem Seifenwasser fast vollständig und giebt kein reines, sondern ein mehr in's Orange spielendes Gelb, es ist jedoch weit dauerhafter als Fisetholz und widersteht unter allen gelben Pigmenten am besten der Einwirkung der Säuren, wie bei der gleichzeitigen Anwendung von Indigolösung für grüne Farben. Es ist daher für sich von geringem Werth, wohl aber für gemischte Farben sehr brauchbar. Es wird häufig mit Eisenvitriol zu olivengrünen und bräunlichen Farben, auch zu Grün, seltener zu Gelb, besonders für Wolle, Baumwolle und Seide, und wo keine Berberitzenwurzel zu haben ist, zum Gelbfärben des Leders benützt. Auch das Gelbholz enthält Gerbstoff, durch dessen Fällung mit Leim die Farben schöner werden.

Curcuma.

Die Curcuma oder Gelbwurzel wächst in Ostindien und enthält viel gelben Farbstoff (12%), nämlich ein dem Gummigutt ähnliches Harz, Curcumin, welches in Wasser wenig, aber leicht in Alkohol, Aether und Oelen löslich ist. Es ist in zusammenhängenden Stücken röthlichbraun, fein zertheilt aber gelb. Gesättigte Lösungen sind rothbraun, verdünnte gelb. Alkalien lösen es mit brauner, Säuren mit karmesinrother Farbe auf. Von Zinnchlorür wird die geistige Lösung röthlich, von Bleizucker braun gefällt.

Die Curcumawurzel dient in Indien als Gewürz und zum Gelbfärben, bei uns früher als Arzneimittel, jetzt nur zum Gelbfärben von Likören, Firnissen, Oelen, Salben, Wachs und Leder, zur gelben Holzbeize und zu gelbem Lack; in der Wollfärberei für zusammengesetzte Farben, die viel Gelb erfordern, zu wohlfeilem Braun und Olive. Das Curcumagelb ist jedoch nicht haltbar. In der Chemie dient die Curcuma als Reagens auf Alkalien, weil sie schon von sehr kleinen Mengen derselben gebräunt wird.

Berberitzenwurzel.

Die Berberitzen- oder Sauerdornwurzel enthält einen gelben Farbstoff, Berberin, welcher in kochendem Wasser leicht, schwer in kaltem Wasser und Weingeist, in Aether aber gar nicht löslich ist. Es wird von Alkalien braun gefärbt und verhält sich wie eine Basis; von Blei-, Zink- und Eisenoxydulsalzen wird es nicht gefällt, von trocknem Chlor blutroth gefärbt und aus Auflösungen braun gefällt. Das Berberin wird unter allen Farbstoffen am reichlichsten vom Leder aufgenommen, färbt dasselbe am stärksten und schönsten. Die Wurzel wird daher häufig zum Gelbfärben des Saffians, bisweilen auch zum Färben der Seide gebraucht.

Pikrinsäure.

Die Pikrinsäure, Pikrinsalpetersäure, Kohlenstickstoffsäure, Welter's Bitter (Acidum nitropicricum), $C_{12}H_{13}$ $(3NO_4)$ O_2 gehört zu den Nitrokörpern (S. 219), krystallisirt in gelben Blättchen und Nadeln, schmeckt sehr bitter, reagirt sauer, wirkt sehr giftig

5—10 Gran tödten einen Hund), ist in kaltem Wasser wenig, leicht aber in heißem, in Alkohol und Aether auflöslich. Sie schmilzt beim Erhitzen und läßt sich unverändert sublimiren. Ihre Salze verpuffen beim Erhitzen heftig.

Sie kommt nicht natürlich vor, entsteht aber bei der Einwirkung der Salpetersäure auf verschiedene stickstoffhaltige und stickstofffreie organische Substanzen.

Um sie darzustellen, trägt man gepulverten Indigo, Carbolsäure oder Steinkohlentheeröl in kleinen Portionen (große bewirken Entzündung und Explosion) in mäßig concentrirte, kochende Salpetersäure und dampft ab. Am besten eignet sich jedoch dazu das Palm- oder Botany-Bay-Harz (von **Xanthorrhoea hastilis** und **arborea**) wegen seiner Billigkeit.

Man erkennt die Pikrinsäure leicht daran, daß sie in freiem und gebundenem Zustande mit Kalisalzen einen gelben Niederschlag von pikrinsaurem Kali bildet, welches 200 Th. Wasser zur Auflösung braucht.

Sie dient zum Gelbfärben der Wolle und Seide, als Reagens auf Kali, zur Erkennung von Baumwolle- oder Leinfäden in Wolle- und Seidenstoffen, indem erstere davon unverändert bleiben, Thierfaser aber gelb gefärbt, oder wenn sie schon gefärbt ist, gelblich nüancirt wird; selten als Arzneimittel gegen Wechselfieber.

Die Pikrinsäure liefert eine sehr reiche, schön citrongelbe Farbe für Seide und besonders für Wolle. Baumwolle dagegen und Pflanzenfaser überhaupt wird weder gebeizt, noch ungebeizt davon gefärbt. Wolle und Seide erhalten davon, selbst ohne Beize, eine Färbung, die sich zwar in Wasser großentheils wieder auswäscht, nach vorgängiger Beize mit Alaun und Weinstein dagegen vertragen sie wiederholte Wäsche vollkommen und auch Luft und Sonne ziemlich gut, Säuren, Alkalien und Chlor dagegen nicht.

Saffran.

Der Saffran besteht aus den Narben der Saffranblüte und enthält einen gelben ölhaltigen Farbstoff, Polychroit (vielfärbig) (16%). Dieser ist trocken scharlachroth, feucht gelblich, er löst sich leicht in heißem Wasser, noch leichter in Alkohol, Aether und Oelen, die Auflösung wird durch Schwefelsäure anfangs indigblau, dann violett, von Salpetersäure grün und durch Kali braunroth gefärbt und von Barytwasser röthlich, von Kalkwasser gelb gefällt, von Bleizucker wird er wenig, stärker von Bleiessig gelb, von Zinnchlorür röthlichgelb und von Eisenvitriol dunkelbraun gefällt. Der Farbstoff ist sehr schön, aber so wenig haltbar im Lichte, daß die Auflösung in einer gefüllten und verkorkten Flasche verbleicht. Er ist ferner sehr theuer, das Pfund kommt auf 20 fl., da jede Blüte nur eine Narbe hat, 14 — 15 Narben nur 1 Gran wiegen und über 200,000 Blüten zu 1 Pfund erforderlich sind. Er ist daher für die Zeugfärberei nicht brauchbar, dient aber wegen seines angenehmen Geruches gewöhnlich als Gewürz und Färbemittel für Speisen, Backwerke, Arzneimittel und Liköre.

Orlean.

Der Orlean ist das Mark von den Früchten eines mittelamericanischen Baumes (Bixa Orellana), welcher im frischen Zustande einen ziegelrothen, steifen Teig, von veilchenartigem Geruch, später eine trockene, braune Masse von unangenehmem Geruch bildet. Er enthält 2 Farbstoffe, einen gelben und einen rothen, in den der gelbe an der Luft unter Mitwirkung von Ammo-

niak übergeht und wovon der Orlean um so weniger enthält, je besser er bereitet ist. Der gelbe Farbstoff, das **Bixin** oder **Orellin** ist in Wasser und Alkohol löslich, wenig in Aether, der rothe dagegen sehr wenig löslich in Wasser, aber leicht in Alkohol und Aether mit orangerother Farbe.

Das Bixin ist eine rothbraune, klebrige Masse, welche sich in Alkalien mit rothbrauner Farbe auflöst und von Säuren gelb daraus gefällt wird. Von concentrirter Schwefelsäure wird er zuerst schön indigblau, dann grün und endlich violett gefärbt. Die alkoholische Lösung wird durch Zinnchlorür citrongelb, durch Alaun und Bleiessig ziegelroth, durch schwefelsaures Eisenoxyd braun gefällt.

Man benützt den Orlean zum Färben von Orange und Morgenroth auf Seide. Wolle und Baumwolle werden fast nie damit gefärbt, weil er nur wenig haltbare Farben liefert und andere Farbstoffe darauf ganz dieselben Farbentöne weit ächter hervorbringen. Er dient auch in England zum Färben gewisser Käsesorten, zu Holzbeizen und ist zum Gelbfärben von Firnissen brauchbar.

Das **Puree** soll der Niederschlag aus dem Harne der Camele und Büffel sein, die mit den Früchten von **Mangostana mangifer** gefüttert werden. Es ist orangegelb, von krystallinischem Bruch, in kaltem Wasser, Weingeist und Aether wenig löslich. Kochendes Wasser bildet damit einen braunen Auszug, während der Rückstand immer reiner gelb wird und nun das **Indischgelb** bildet. Er besteht aus basisch euxanthinsaurer Magnesia mit kohlensaurer Magnesia und ist in Säuren und Alkalien auflöslich. Das Indischgelb ist ein reiches, intensives und beständiges Gelb, es wäscht sich ausgezeichnet gut und dient als Oel- und Wasserfarbe, deckt jedoch nicht und ist ziemlich theuer.

Grüne Farbstofe.

Saftgrün.

Das Saftgrün oder Blasengrün ist der Saft der nicht völlig reifen Kreuzbeeren (**Rhamnus cathartica**), so lange sie noch grün sind. Die jüngeren Beeren geben Gelb, die schwarzen Roth. Man kocht die Beeren mit etwas Wasser, preßt sie aus, dampft den Saft zur Extractdicke ab, versetzt ihn je nach der gewünschten Nüance mit mehr oder weniger (etwa 6%) Alaun, dampft dann noch so viel als möglich im Wasserbad ab, weil über freiem Feuer die Farbe leicht bräunlich wird und trocknet zuletzt in Kalbsblasen an der Luft aus. Es ist in Wasser löslich, wird durch Alkalien gelb, durch Säuren roth gefärbt und als Saftfarbe in der Wassermalerei und zum Färben des Handschuhleders angewendet. Es ist ein brillantes, aber nicht sehr haltbares Grün.

Das chinesische Grün

oder Lo-kao ist ein lackartiger Farbstoff, welcher Thonerde enthält, von blauer Farbe mit violettem und grünem Schimmer, schwach kupferglänzendem Bruch, blau- oder meergrünem Strich und leicht zerreiblich. Es ist in seinem Verhalten von allen andern Farbstoffen verschieden, in Alkohol, Aether, flüchtigen Oelen und Schwefelkohlenstoff unlöslich, eben so wenig in Wasser, zertheilt sich aber in letzterem so fein, daß es durch ein Papierfilter geht, setzt sich jedoch aus größeren Wassermengen wieder ab. In kohlensauren, bor- und phosphorsauren Alkalien, in Säuren, in Alaun und saurer Zinnsalzlösung ist es löslich, fällt aber beim Verdünnen mit Wasser daraus nieder. Säuren und Zinnsalz färben es orange, Alkalien stellen jedoch die Farbe wieder her. Chlor, Salpetersäure und Königswasser zerstören sie für immer. Es färbt

die Baumwolle leicht ohne Beize. Auf Alaun giebt es Blaugrün, wenig ächt gegen Licht; gegen Seife und Alkalien nur kalt; verdünnte Säuren verändern aber die Farbe auch beim Kochen nur vorübergehend. Bei Kerzenlicht erscheint es nicht blau, sondern noch lebhafter grün.

Die Chinesen sollen es auf folgende unpraktische Weise aus 2 Sträuchern, Rhamnus utilis und chlorophorus darstellen, welche den Farbstoff in allen Theilen enthalten. Man kocht die Rinde mit blosem Wasser, mit Pottaschenlösung, oder Pottasche und Alaun und färbt Baumwollenzeug mit dem Auszug ohne Beize und ohne zu waschen so oft, bis es sich mit Farbstoff überladen hat, wäscht es nun mit kaltem Wasser, erhitzt zum Kochen und färbt nun Baumwollengarn wiederholt mit immer neuer Brühe bis zu möglichster Anhäufung des Farbstoffes, wäscht dann das Garn ebenfalls in kaltem Wasser, läßt aus diesem den Farbstoff absetzen und trocknet ihn auf Papier.

Blattgrün.

Das Blattgrün oder Chlorophyll ist der Farbstoff aller grünen Pflanzentheile. Es ist in Wasser nicht, wohl aber in Alkohol, Aether, Oelen, Säuren und Alkalien löslich und wird im Herbste durch Oxydation in den Blättern roth, Alkalien färben es wieder grün. Trotz seiner großen Verbreitung in der Natur kommt es in einer großen Menge Pflanzenstoff nur in so kleiner Menge vor, daß man es nicht technisch verwenden kann.

Das Blattgrün besteht aus 2 Farbstoffen, einem blauen und einem gelben. Der blaue ist veränderlicher als der gelbe und verliert und erhält seine Farbe wieder unter verschiedenen Umständen. Behandelt man das Chlorophyll mit Alkalien, so wird es in eine gelbe, in Alkohol leicht lösliche Substanz verwandelt, die durch Säuren wieder grün wird. Schüttelt man diese gelbe Substanz mit 2 Th. Aether und 1 Th. verdünnter Salzsäure, so scheidet sich nachher die Flüssigkeit in 2 Schichten. Die untere ist die Auflösung des gelben Farbstoffes (Phylloxanthin) in Säure und die obere die Lösung des blauen (Phyllocyanin) in Aether. Ein Zusatz von Alkohol vermittelt die Mischung beider Schichten zur grünen Flüssigkeit. Die gelben Blätter des Herbstes werden durch Säuredämpfe grün, aber sie enthalten keinen blauen Farbstoff. Junge Triebe oder aus Lichtmangel gebleichte Blätter werden durch Säuredämpfe blau, sie enthalten also keinen gelben Farbstoff. Beide Farbstoffe bilden mit Thonerde Lackfarben.

Caffegrün.

Das Eiweiß der Eier zieht durch seinen Natrongehalt aus ungerösteten Caffeebohnen die Caffeegerbsäure aus, deren Salze an der Luft unter Aufnahme von Sauerstoff eine schöne grüne Farbe annehmen, indem die Caffeegerbsäure in Viridinsäure übergeht. Das mit Caffee gefärbte Eiweiß dient wegen der Schönheit seiner Farbe, wegen seiner Unschädlichkeit und Geschmacklosigkeit zum Bemalen der Backwerke.

Seltener dient das Caffeegrün zur Darstellung eines ächten grünen Lacks, indem man den Caffee mit Kupfervitriollösung auszieht, den Auszug mit Aetzkali niederschlägt und den Niederschlag mit Essig besprengt einige Zeit der Luft aussetzt.

Braune Farbstoffe.

Catechu.

Das Catechu oder die sogenannte japanische Erde ist das an der Sonne erhärtete Extract von dem Holz eines ostindischen Baumes, der Acacia Catechu oder Mimosa Catechu. Die 2 Hauptsorten des Catechu sind das bengalische und das von Bombay, das erstere in dunkelrothbraunen Kuchen, letzteres in großen, unregelmäßigen, schwarzbraunen Stücken. Das Ca-

techu besteht größtentheils aus Catechugerbsäure (S. 250) nebst etwas Catechusäure. In dem wässerigen Auszuge, welcher fast nur Catechugerbsäure enthält und die nur in heißem Wasser lösliche Catechusäure zurückläßt, geht die Catechugerbsäure an der Luft allmälig in Catechusäure über. Aber auch diese wird durch die fortgesetzte Einwirkung der Luft bald wieder verändert, färbt sich zuerst roth und dann dunkelbraun, indem sie unter Aufnahme von Sauerstoff in zwei andere Säuren, die Japonsäure und Rubinsäure übergeht. Weit rascher erfolgt diese Umwandlung in Berührung mit Alkalien, alkalischen Erden, Thonerde- und Metallsalzen, besonders aber durch Kupfersalze und 2fach chromsaures Kali. Die Chromsäure wird dabei zu chromsaurem Chromoxyd, reducirt. Die braunen Säuren werden von den Alkalien gelöst, von den Erden und Metalloxyden aber gefällt. Die Japonsäure zeichnet sich aus durch ihre Verwandtschaft zur organischen Faser und färbt sie sehr ächt. Das Catechu ist daher der wichtigste braune Farbstoff, namentlich für Kattun.

Sepia.

Die Sepia wird aus dem schwarzen schleimigen Safte bereitet, welchen der Tintenfisch (Sepia officinalis im mittelländischen Meere) in einer Blase enthält. Sie besteht über $^3/_4$ aus einem schwarzen Farbstoff, Melaïn, welcher sich in Wasser nicht auflöst, aber, darin aufgeschlemmt, sehr langsam wieder daraus absetzt. In Alkohol und Aether ist er gleichfalls nicht, wohl aber in Kalilauge mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich.

Man drückt die Flüssigkeit aus der Blase, trocknet sie bei mäßiger Wärme, jedoch möglichst rasch, weil sie leicht verdirbt, pulvert und kocht sie mit Kalilauge, filtrirt, fällt sie mit einer Säure, wäscht den schwarzbraunen Niederschlag aus, trocknet ihn, reibt ihn mit Gummilösung ab und benützt ihn als schwarzbraune Tuschfarbe, welche sich durch ihre Haltbarkeit und Reinheit auszeichnet. Sie lasirt vermöge der Feinheit ihres Korns unter allen braunen Tuschfarben am stärksten, bleibt lange feucht, läßt sich daher unter allen Farben am besten verwaschen und ist sehr ausgiebig. Die beste wird in Rom fabricirt.

Die schwarzbraune kohlige Masse, die durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Alkohol entsteht, soll nach dem Auswaschen eine der Sepia gleichkommende Farbe liefern.

Der Bister, welchen man durch Auslaugen, Schlemmen und Gummiren des Glanzrußes (besonders in England) erzeugt, zeichnet sich vor der Sepia durch einen angenehm grünlichbraunen Ton aus, während die Sepia mehr ins Lackrothe nuancirt ist, und durch größere Tiefe (Intensität der Farbe). Dagegen hat der Bister eine mehr klebrige Beschaffenheit und fleckt daher leicht beim Verwaschen.

Weit stärker als die Tuschfarben lasiren natürlich die Saftfarben. So giebt das Extract der Nußleife (grünen Nußschale) ein grünliches Braun von höchster Durchsichtigkeit und dient auch zum Färben. Caffeedecoct liefert ein schönes gelbliches Braun und dient dazu, dem Zeichnenpapiere einen braunen Ton (Steinfarbe) zu geben. Weniger brauchbar ist der Lakritzensaft, weil er so leicht löslich ist, daß sich bei jedem Uebermalen der frühere Auftrag wieder abwäscht.

Die Farben.

Die Präparate oder die Zubereitungen, in welchen sich die Farbstoffe zur technischen Anwendung eignen, heißen **Farben**. Man stellt sie in trocknem Zustand her, weil dieser nicht nur ihrer Haltbarkeit, sondern auch ihrer Bestimmung als Handelswaare am besten entspricht. Zum Zwecke der Färberei kommen zwar ausnahmsweise einige isolirte Farbstoffe wie Indigo, Blauholzextract, Lack- und Safflorroth als Farben im Handel vor, in der Regel aber bilden die Farben der Färber nur verdünnte Auflösungen, deren Verdampfung manche Farbstoffe zum Theil verändern und größere Kosten ver-

ursachen würde, als der Transport der Rohstoffe. Unter den gewöhnlichen Farben des Handels versteht man daher stets die Maler- und Anstrichfarben [1]). Sie zerfallen in unauflösliche und auflösliche Farben. Zu den ersteren gehören die Erd- und Lackfarben, zu den letzteren die Saftfarben. Die ersteren kommen gewöhnlich in rohem Zustand im Handel vor und werden erst beim Gebrauche mit dem nöthigen Bindemittel: Gummi- oder Leimauflösung, Milch oder Leinölfirniß zusammengerieben. Nur für die feine Malerei finden sich bereits mit dem Bindemittel versetzte Farben vor, wie die Tusch-, Pastell- und **Blasenfarben.**

Die Erdfarben bestehen aus den färbigen Verbindungen der Metalle. Sie zeichnen sich aus durch Haltbarkeit und Deckkraft, nur wenige sind durchscheinend, **lasiren**, wie Berlinerblau und rother Ocker (Terra di Sienna).

Die Lackfarben sind die unauflöslichen Verbindungen der organischen Farbstoffe mit den Erden und Metalloxyden (s. S. 352). Die Thonerde des Alauns als eine zwischen Basen und Säuren in der Mitte stehende Substanz liefert die Lackfarben am wenigsten von der ursprünglichen Farbe des Farbstoffes verschieden. Das Zinnoxyd bei seiner säureartigen Natur und noch mehr die Antimonsalze erhöhen die Farbe, die andern Metallsalze mit mehr basischen Oxyden verändern sie mehr in's Dunkle (Braun, Blau, Violett). Man wendet daher gewöhnlich Alaun und Zinnsalz an. Die Lackfarben gleichen in dem erdigen Aussehen den Erdfarben. Sie zeichnen sich aus durch die Lebhaftigkeit ihrer Farbe und lasiren etwas, aber sie stehen den metallischen Farben in der Regel an Dauerhaftigkeit weit nach. Man erhält die meisten Lackfarben, indem man die wässerigen Auflösungen der Farbstoffe mit Alaun versetzt und mit kohlensauren Alkalien fällt. Die in Wasser unlöslichen Farbstoffe löst man mit Alkalien und fällt mit Alaunlösung.

Die Saftfarben sind abgedampfte Auflösungen von Farbstoffen. Sie besitzen als wirkliche Auflösungen eine absolute Durchsichtigkeit und lasiren daher unter allen Farben am vollkommensten.

Sie behalten die größte Intensität in den hellsten Tönen, während andere Farben beim Verwaschen bedeutend an Feuer verlieren, und zeigen in Licht und Schatten völlig gleiche Nüancen was bei andern Farben der Fall nicht ist. So erscheint z. B. die Sepia in hellen Tönen mehr rothbraun, in dunkeln dagegen schwarzbraun.

Sie dienen zur Wassermalerei, wo es auf Glanz, Helligkeit und Durchsichtigkeit ankommt, wie in der Blumenmalerei und zum Illuminiren von Kupferstichen, besonders Landkarten. Man erhält sie meistens durch Ausziehen von Pflanzenstoffen mit Wasser, setzt zum Auszuge Gummi und etwas Alaun zur Erhöhung der Lebhaftigkeit und Haltbarkeit, dampft ihn im Wasserbade zur knetbaren Consistenz ab, rollt die Masse zu Stängelchen aus und läßt sie trocknen. Am meisten gebräuchlich ist das Saftgrün, seltener Cochenilleauszug mit Ammoniak und einige braune Saftfarben. Auch das Gummigutt rechnet man, wenigstens seiner Wirkung nach, hieher. Von den anorganischen Verbindungen sind nur diejenigen als Saftfarben brauchbar, welche sehr intensiv gefärbte Auflösungen bilden und sich eintrocknen lassen, ohne zu krystallisiren, wie die Auflösung des Berlinerblau in Oxalsäure, das weinsteinsaure Kupferoxydkali und das amorphe schwefelsaure Chromoxyd.

---

1) Von den Schmelzfarben war bereits bei Glas und Porzellan (S. 95 und 128) die Rede.

Da nur wenige Farbstoffe mit der Natur der Saftfarben auftreten, so sucht man bei den unauflöslichen Farben das durch feine Zertheilung zu ersetzen, was ihnen an lasirender Eigenschaft abgeht, indem man sie in Tuschfarben verwandelt.

Die Tuschfarben sind mit Gummilösung eingetrocknete Lack- und Metallfarben und dienen blos zur Wassermalerei. Sie sind möglichst fein abgerieben und so stark gummirt, daß sich die Farbtheile, mit Wasser erweicht, auch bei der stärksten Verdünnung (beim Verwaschen) nicht zusammenziehen oder gerinnen, sondern einer wahren Auflösung ähnlich eine vollkommen gleichartige und durchscheinende Färbung bewirken, d. h. vollkommen lasiren und nach der Stärke der aufgetragenen Schichte Licht und Schatten geben. Sie ziehen sich mit dem Wasser ins Papier und können daher nach dem Trocknen nicht leicht wieder abgewaschen werden.

Die chinesische schwarze Tusche wird aus Lampenschwarz und die feinste aus dem Ruße des brennenden Camphers bereitet, dem man den Saft einer Baumrinde nebst Thierleim als Bindemittel und den Saft der Färberdistel (Carduus tinctorius) zusetzt, um ihr Glanz zu ertheilen. Obgleich der Lampenruß ein bläuliches Schwarz ist, so erhält die Tusche dennoch durch die Zusätze einen stark bräunlichen Ton. Die feine Tusche besitzt den Geruch nach brenzlichem Campheröl. Der ordinären, welcher dieser Geruch abgeht, setzt man Moschus zu.

Die Pastellfarben sind Lack- und Metallfarben, mit Gyps, Pfeifenthon und Traganthschleim zu Stängelchen geformt. Sie werden in trockenem Zustand aufgetragen und müssen daher so viel Zusammenhang haben, daß sie zwar abfärben, aber beim Malen nicht zerbröckeln oder zerfallen.

Färberei.

Wie die Farben der Färber beschaffen sein müssen.

Beim Malen und Anstreichen genügt das mechanische Auftragen der Farben, nicht aber beim Färben. Die Farbe darf hier nicht blos einen Ueberzug bilden, welcher durch Stoß und Biegung zerstört und durch Wasser abgespült wird, die Geschmeidigkeit beeinträchtigt und das eigenthümliche Ansehen des Stoffes entstellt. Um allen diesen Anforderungen zu genügen, müßte der Ueberzug so dünn sein, daß er in kurzer Zeit durch Abnützung verschwindet. Der Farbstoff muß daher zwar dünn aufgetragen werden, aber die ganze Masse des Stoffes durchdringen, er muß in Auflösung angewendet werden.

Darstellung und

Die Farben des Färbers sind Auszüge organischer, meist pflanzlicher Stoffe, oder Auflösungen gefärbter Metalloxyde wie die von Eisen, Kupfer, Chrom. Diese Auszüge oder Lösungen heißen Farbebrühen oder **Farbflotten.** Sie werden in der Regel mit Wasser, oder, wenn der Farbstoff harziger Natur ist, mit Alkalien dargestellt.

Eintheilung derselben.

Nach der Haltbarkeit auf den Zeugen theilt man die Farben in **ächte** und **unächte** oder falsche. Für Wolle und Seide fordert man als Aechtheit ihre Unveränderlichkeit an Luft und Licht, für Baumwolle außerdem noch gegen Alkalien, besonders beim Waschen mit Seife. Nur wenige Farben sind ächt gegen alle, die meisten nur gegen einige dieser Einflüsse. Selbst Indigoblau verschwindet durch längere Wirkung des Lichtes. Die auf der Wolle befestigten Farben widerstehen in der Regel der Einwirkung von Luft und Licht besser als die auf Seide und Baumwolle.

Wie die Farben aufzutragen sind.

Wie die Kohle gefärbte Flüssigkeiten entfärbt, so hat auch die Pflanzen- noch mehr aber die Thierfaser die Neigung, die Farbstoffe aus ihren Auflösungen anzuziehen. Sie hält aber den auflöslichen Farbstoff so locker gebunden, daß er durch wiederholte Behandlung mit seinem Auflösungsmittel (wie-

derholtes Waschen), besonders in der Wärme wieder ausgezogen wird, wenn er nicht eigens darin befestigt wird.

Begriff von Färberei.

Die Kunst zu färben, besteht demnach nicht blos darin, die Farbstoffe in löslichem Zustand auf die Zeuge zu übertragen, sondern dieselben auch dauernd in der Faser zu befestigen.

Die Befestigung der Farben.

Die Befestigung oder Fixirung der Farbstoffe in der Faser ist nur dadurch möglich, daß man sie in derselben in den unauflöslichen Zustand überführt. Dies geschieht auf verschiedene Weise:

1. Durch Entfernung des Lösungsmittels. So fixirt sich das Kupferoxyd, wenn man mit Kupferoxyd-Ammoniak färbt, durch Verdunstung des Ammoniaks; das Safflorroth, wenn man mit einer alkalischen Lösung desselben färbt, durch Neutralisation des Alkali mit einer Säure; die Metalloxyde, wenn man mit den Salzen derselben färbt, durch Neutralisation ihrer Säure mit Alkalien.

2. Durch Oxydation derjenigen Farbstoffe, welche durch Aufnahme von Sauerstoff unauflöslich werden. Die Oxydation geschieht entweder durch die Luft, wie beim Indigblau und bei gewissen gerbstoffhaltigen Pigmenten, wie der des Gelbholzes, oder schneller durch andere Oxydationsmittel, z. B. schwefelsaures Kupferoxyd und 2fach chromsaures Kali für Catechu und Farbhölzer.

Die Wirkung der Kupfersalze ist am vollkommensten in Verbindung mit Salmiak. Das Kupferoxyd giebt freien Sauerstoff an den Farbstoff ab, oxydirt sich von neuem aus der Luft, trägt ihn abermals auf den Farbstoff über und wiederholt dies bis zur vollkommenen Oxydation desselben. Dabei wirken die Kupfersalze zugleich als Beize. Bloses schwefelsaures Kupferoxyd läßt sich leicht auswaschen, mit Salmiak versetztes aber nicht mehr, indem sich das Kupferoxydul fest mit der Faser verbindet. Bei Kupferchlorid erfolgt die Oxydation durch Wasserzersetzung (vgl. auch S. 157).

3. Durch Zersetzung eines Salzes durch eine Basis oder durch ein anderes Salz. So giebt z. B. die Behandlung eines Zeuges mit Kali nach dem Tränken mit Eisenvitriol Gelb, nach dem Tränken mit Manganvitriol Braun; Blutlaugensalz nach Eisenoxydsalz giebt Blau, chromsaures Kali nach Bleisalz Gelb.

Die Beizen.

4. Durch Fällung aufgelöster organischer Farbstoffe durch Beizen. — Wie bei der vorigen Methode die Farben erst durch Zersetzung und Verbindung entstehen, werden durch die Beizen die Farben nicht gebildet, sondern nur aus dem löslichen Zustand in den unlöslichen übergeführt. Man unterscheidet organische und anorganische Beizen. Erstere sind Eiweißstoff, Käsestoff, Kleber, fette Oele und kommen nur selten in Anwendung. Die anorganischen sind die gewöhnlichen und bestehen in Erd- und Metallsalzen. Da dieselben chemische Verbindungen mit den Farbstoffen eingehen, so wird die Farbe der letzteren dabei gewöhnlich mehr oder weniger verändert.

Proceß bei der Befestigung der Farben durch die Beizen.

Die Basen dieser Salze haben so große Verwandtschaft zu den organischen Farbstoffen, daß letztere, wenn sie in großem Ueberschuß sind, diese Basen von den stärksten Säuren abscheiden, um Niederschläge damit zu bilden. Während diese Fällung unter gewöhnlichen Umständen aber erst in der Wärme, oder nach längerer Zeit stattfindet, erfolgt sie unter Mitwirkung der organischen Faser augenblicklich. Es ist eine Wirkung der katalytischen Verwandtschaft oder der Adhäsionskraft poröser Körper. Schwerspathpulver oder Asbestfasern färben sich eben so gut wie die organische Faser. Doch sind die verschiedenen Arten der Faser für gewisse Beizen und Farbstoffe empfänglicher als für andere.

Manche Farbstoffauszüge, wie der der Cochenille, zersetzen sehr kleine Mengen dieser Salze in saure lösliche und basische unlösliche, indem sie sich

mit den ersteren als Basen, mit den andern als Säuren verbinden, und gefärbte Niederschläge bilden, die sich aber im Ueberschuß des Fällungsmittels (d. h. des Salzes) wieder auflösen. Der Farbstoff bleibt mit dem basischen Salz in Verbindung in der Faser zurück, und ist nun darin befestigt. Diese Befestigungsmittel der Farben heißen **Beizen.** Die Eisenoxydsalze werden von der Faser ohne Mitwirkung der Farbstoffe in basische Salze zersetzt.

Es erklärt sich auch daraus, daß nur die Beize, nicht aber die Faser die Farbe des Farbstoffes zu verändern vermag, daß die Faser weder bei der Aufnahme der Beize, noch des Farbstoffes ihre Form verändert und die Thier- und Pflanzenfaser, zwei chemisch so verschiedene Stoffe sich dabei vollkommen gleich verhalten.

Die Beizen dienen aber nicht blos zur Befestigung und Entwicklung der Farben, sondern sie machen dieselben auch dauerhafter gegen Luft und Licht.

Welche Salze eignen sich zu Beizen?

Zu Beizen sind nur solche Salze geeignet, welche keine ätzende Einwirkung auf die Faser ausüben; färbige Beizen nur, wo der ursprüngliche Ton der Farbe verändert werden soll. Am brauchbarsten sind die essigsauren Salze, weil sie, besonders bei höherer Temperatur, sehr geneigt sind, basische Salze zu bilden, bei ihrer Leichtlöslichkeit und Zerfließlichkeit nicht leicht krystallisiren, und weil die frei gewordene Essigsäure der Faser weniger nachtheilig ist als Mineralsäuren. Die Beizen für Wolle werden in der Regel mit freier Säure versetzt, weil sie die Aufnahme der Beize erleichtert und die Wollenfaser weniger angreift, als die sauren Salze, welche sich in verdünnten Lösungen gewisser Metallsalze, namentlich des Zinns, ohne freie Säure, in großer Menge bilden. Die Krystallisation schwächt die Anziehung zur Faser und umgiebt letztere mit einer Kruste, welche die Farbebrühe verunreinigt.

Die Thonerdesalze als Beizen.

Die wichtigsten Beizen sind die Salze der Thonerde, nämlich der Alaun und die essigsaure Thonerde. Die Thonerde ist eine schwache Basis, sie trennt sich daher leicht von den stärksten Säuren, und da sie ebenso schwach sauer als basisch und dabei selbst farblos ist, so verändert sie die ursprüngliche Farbe der Farbstoffe unter allen Beizen am wenigsten. Durch ihre große Vertheilung (gallertige Beschaffenheit) in frisch gefälltem Zustand nimmt sie den Farbstoff leicht auf und fixirt ihn kräftig und unverändert; während stärkere Basen die Farbstoffe verändern, wodurch viele am Lichte verbleichen.

Der Alaun hat den Vorzug in der Billigkeit und genügt in der Regel für die Wolle, die ohnedies die Beizen reichlich aufnimmt, während für Baumwolle und Leinwand essigsaure Thonerde vorzuziehen ist. Wegen der leichten Krystallisation des Alauns verwandelt man ihn durch einen Zusatz von Pottasche, Soda oder Kreide in ein leicht lösliches basisches Salz (S. 120), oder wendet Natronalaun oder schwefelsaure Thonerde an.

Die Zinnsalze.

Die Zinnsalze verändern die Farben auch nicht wesentlich, aber sie erhöhen sie und machen sie weit lebhafter als die Thonerde, allein die weniger ächten Farben verblassen mit Zinnbeizen am Lichte noch rascher.

Nur die Oxydulsalze des Zinns besitzen die den Beizen entsprechende Adhäsion zur Faser, während die Oxydsalze nur beim Eintrocknen bei höherer Temperatur in hinreichender Menge haften. Es sind daher auch nur die ersteren eigentliche Beizsalze, während die letzteren nur als Zusatz zu den

Oxydulsalzen dazu dienen, die Farbe noch mehr zu erhöhen, wie z. B. den Karmin zu Scharlach, und zum Grundiren für die Dampffarben, wo ihnen aber durch Alkali die Säure entzogen werden muß. Die gewöhnlich benützten Verbindungen sind das Chlorür und Chlorid, weil die Salzsäure Zinn leichter auflöst als Schwefelsäure und die Salpetersäure theurer kommt.

Man bereitet das Zinnchlorür für die Färberei gewöhnlich, indem man einem Gemenge von Salmiak und verdünnter Salpetersäure in der Kälte sehr langsam Zinn zusetzt. Es entstehen zwei Doppelsalze von Zinnchlorür und salpetersaurem Zinnoxydul mit Chlorammonium und salpetersaurem Ammonium, welche weit beständiger sind als die einfachen Zinnsalze; die Bildung saurer Salze wird verhütet und dadurch die schädliche Einwirkung auf die Wolle vermindert. Uebrigens entsteht deshalb doch das basische Salz bei der Einwirkung des Pigmentes. Auch beim Auflösen des Zinns in Königswasser entstehen diese Doppelsalze, indem ein Theil des Stickstoffs der Salpetersäure mit dem Wasserstoff der Salzsäure Ammoniak bildet. Statt Salpetersäure wird auch Schwefelsäure mit Salzsäure angewendet. Das Chlorürsulphat hält sich gleichfalls in Auflösung gut. Die Zinncomposition.

Die übrigen Metallsalze, ihre Oxyde mögen farblos oder gefärbt sein, liefern in der Regel dunklere Nuancen, verändern die Farben ins Blaue, Braune und Schwarze. Das Antimon wirkt mehr dem Zinn ähnlich. Am häufigsten werden die Eisensalze angewendet zu Schwarz, Braun und Chemischblau, seltner die Kupfersalze zu Blau, häufiger mit Eisen zu Schwarz. Sie zeichnen sich durch ihre oxydirende Wirkung auf die Farbstoffe aus. Die übrigen Metallsalze.

Das essigsaure Bleioxyd, PbO, $\overline{A}$ wird zwar in der Färberei sehr häufig verwendet, jedoch selten unmittelbar zum Beizen, sondern zur Umwandlung verschiedener Sulphate, wie Alaun und Eisenvitriol in essigsaure Salze. Unmittelbar als Beize dient es fast nur zu Chromgelb und Orange, allein bei seiner schwach sauren Reaction hat es zu wenig Anziehungskraft zu der Faser. Die Färbung bleibt daher größtentheils oberflächlich, das Zeug fühlt sich erdig an, staubt, und verliert durch Waschen, besonders mit Seife und durch Kleienbad einen großen Theil von seiner Färbung. Letztere wird nur haltbar, wenn man das gebeizte Zeug vor dem Färben mit Säure behandelt, um die Adhäsion der Faser für das Bleisalz zu erhöhen. Das salpetersaure Bleioxyd, welches eine mehr saure Reaction zeigt, giebt in dieser Beziehung ein besseres Resultat, auch die alkalischen Lösungen des Bleioxyds, wie der bleisaure Kalk, CaO, PbO. Die Bleisalze.

Der Weinstein ist für sich eine schwache Beize, aber ein ganz unentbehrlicher Zusatz beim Beizen der Wolle. Er tritt seine Säure nebst unzersetztem Salz an die Faser ab, so daß neutrales Salz in Auflösung bleibt. Die Farben werden dadurch erhöht und leichter aufgenommen. Häufiger findet er gleichzeitige Anwendung mit Alaun und Eisenvitriol oder Zinnsalzen, wo sich weinsaures Thonerde- oder Eisensalz bildet, welches die Basis leichter an die Faser abtritt und dem Zeuge weniger nachtheilig ist. Die saure Reaction der Weinsäure ist nachhaltig, während sich die Essigsäure in der Siedhitze verflüchtigt. Der Weinstein.

Um die Beizen mehr auf dem Zeuge zu befestigen, wurde bei Salzen, wie essigsaure Thonerde, welche dadurch basisch werden, getrocknet, aber das Salz zieht sich dabei häufig ungleich zusammen und macht die Färbung ungleich. Oder man tränkt das Zeug vor dem Beizen mit heißem Auszug von Galläpfeln, Schmack, Lohe u. dgl., **gallirt**. Die Oxyde der Beizsalze werden sodann als gerb- und pigmentsaure Verbindungen in größerer Menge Befestigung der Beize.

aufgenommen. Beim nachfolgenden Ausfärben verdrängt zwar der Farbstoff das falbe Pigment der Galläpfel u. s. w., aber nicht vollständig, so daß man für reine und helle Farben stärkere essigsaure Beizen mit nachfolgendem Trocknen vorzieht. Am zweckmäßigsten und billigsten wird aber das Beizsalz auf dem Zeuge befestigt, wenn man es nach, oder besser vor dem Beizen durch eine alkalische Lauge, am billigsten durch Kalkmilch nimmt. Man spart dadurch an Farbstoff, indem keine Beize in die Farbebrühe kommt und die Färbung widersteht dem Waschen besser.

Es kann beim Beizen auf dreierlei Weise verfahren werden, entweder man beizt vor, nach oder bei dem Färben (d. h. setzt das Beizsalz der Farbe zu).

Das Beizen vor dem Färben,

Im ersten Falle kommt die kleine von der Faser eingesogene Menge Salz mit einer großen Menge Farbstoff zusammen, der Farbstoff waltet vor, sowohl nach Quantität als Qualität, d. h. man erhält eine satte Färbung und sie hat mehr die ursprüngliche Nuance des Farbstoffes.

nach dem Färben,

Im zweiten Falle wird der Einfluß des Salzes überwiegend. So wird Blauholz z. B. durch die Zinnsalze violettroth, durch Antimonsalze purpurroth, durch Eisen-, Chrom- und Mangansalze schwarz und durch die übrigen Metallsalze (wenigstens in neutralem Zustand) blau nuancirt, während im ersten Falle, d. h. bei vorangehender Beize der Farbstoff mehr seine ursprüngliche violette Farbe behauptet. Zugleich fällt bei diesem Verfahren die Färbung gleichmäßiger, aber auch etwas blasser aus, weil die Beize den überschüssigen Farbstoff wieder auflöst.

bei dem Färben.

Im dritten Falle steht die Wirkung zwischen der der beiden vorigen Verfahrungsweisen. Die Farbe wird von der Beize fast so wenig verändert als beim ersten Verfahren, und, wie beim zweiten, ist die Färbung gleichmäßig, aber etwas blasser.

Werth dieser Verfahrungsarten.

Das erste Verfahren eignet sich insbesondere für Beizen, welche die Farben wenig verändern, wie der Alaun. Die Methode ist ökonomisch, weil die Brühe am vollkommensten erschöpft wird. Das zweite Verfahren ist zweckmäßig für jene Fälle, wo die Wirkung der Beize mehr hervortreten soll. Die dritte Methode benützt man namentlich bei hellen Farben, um eine möglichst gleichmäßige Färbung zu erhalten, und, wo man mehr auf Ersparniß an Zeit als an Material sieht, da hier die Brühe am unvollkommensten erschöpft wird. Allein dieses Verfahren wird unwirksam, wo sich der gefärbte Niederschlag zu rasch oder flockig bildet, so daß er nicht mehr in die Faser eindringen kann.

Wiederholung des Beizens und Färbens.

Durch wiederholtes Beizen und Färben wird die Färbung verstärkt und gleichmäßiger, ebenso, wenn man zuerst färbt und nach dem Beizen nochmals färbt. Letzteres geschieht bei der Saffianfärberei. Um aber die Wirkung der Beize zu erhöhen mit möglicher Stärke der Farbe, beizt man zuerst, färbt, und beizt nochmals.

Einfluß der Stärke der Beize.

Je gesättigter die Beize ist, um so stärker oder tiefer wird gewöhnlich auch die darauf folgende Färbung, aber auch um so überwiegender der Einfluß der Beize auf die Nuance der Farbe.

Die nöthige Temperatur beim Beizen.

Die Wärme befördert die Aufnahme der Beize, macht sie gleichmäßiger, und ist um so nothwendiger, je verdünnter die Beizflüssigkeit ist. Zum Beizen der Wolle ist jeder Zeit ein zweistündiges Ansieden erforderlich. Die Seide dagegen verliert durch kochende Beizen an Glanz und Haltbarkeit und darf daher nur kalt gebeizt werden.

Das Aufklotzen der Beize.

Die größte Gleichmäßigkeit beim Auftragen der Beize erreicht man durch das **Aufklotzen** mit der Klotzmaschine oder Grundirmaschine: das Zeug geht in ein Gefäß mit Beizflüssigkeit und von da zwischen zwei mit Tuch

umwickelten Walzen durch, welche theils die überschüssige Beize abpressen, theils das Zeug gleichmäßig damit tränken.

Befestigung unlöslicher Farben auf den Zeugen.

Um unlösliche Farbstoffe, wie Kohle, Ultramarin, Eisenoxyd, Chromoxyd, Lackfarben auf Zeugen zu befestigen, werden diese mit Eiweiß gemengt aufgedruckt. Statt Eiweiß dienen auch alkalische Lösungen von Kleber oder Käsestoff mit nachfolgendem Säurebad.

Das Färben.

Zur Herstellung der Farbebrühe werden die Farbstoffe gewöhnlich durch Auskochen, bisweilen auch durch Verdrängung oder mittelst der Real'schen Presse (S. 318) aus den Farbmaterialien ausgezogen. Der letztere Weg ist zwar etwas zeitraubender, aber billiger und erschöpft mit weniger Flüssigkeit die Farbmaterialien weit vollkommner als das Kochen. Die Farbhölzer geben ihren Farbstoff noch leichter ab und leisten fast das Doppelte, wenn man sie 2—6 Wochen befeuchtet aufbewahrt.

Das Färben in Flocken, in Strehnen und im Stück.

Die Färbung wird entweder mit dem Rohmaterial, im ungesponnenen Zustande (das **Färben in Flocken**), mit Garn oder Geweben (das **Färben im Stück**) vorgenommen. Das erstere wird in Netzen, das zweite auf Stöcken hängend und die letzteren mittelst eines Haspels eingesenkt. Am besten bringt der Farbstoff im ersten und am wenigsten im letzten Falle ein, weil die Fasern durch Spinnen und Weben eine Drehung erfahren, welche das Eindringen von Flüssigkeiten erschwert. Man braucht daher im letzten Falle weniger Farbstoff, allein die Farbe des Zeuges wird beim Abtragen blasser. Die schwarze, so wie die Scharlach- und Karmesinfarbe werden bei der Wolle allemal im Stück gefärbt, weil sie die Gewebe hinlänglich durchfärben und Gewebe beim Färben nicht so leicht ungleich werden wie die ungesponnene Wolle.

Einfluß der Stärke der Farbebrühe.

Die Stärke der Färbung hängt in der Regel mehr von der Concentration der Farbebrühe als von der Beize ab.

Die nöthige Temperatur beim Färben.

Die Färbung wird durch die Wärme begünstigt, weil diese die anhängende Luft leichter austreibt, und gleichmäßigere Vertheilung des Farbstoffes bewirkt. Die Wolle wird 1 bis 2 Stunden, je nach der Natur der Farbe und dem Grade der Sättigung des Färbebades gekocht. Die Seide darf höchstens lauwarm gefärbt werden. Kalte Farbebäder müssen öfter umgerührt werden, die Waare wird wiederholt eingetaucht und ausgerungen, bis sie vollständig durchfeuchtet ist. Auch durch den Haspel wird die Bewegung befördert.

Nach Beendigung des Ausfärbens werden die Stoffe ausgerungen, gespült und getrocknet. Wollenzeuge werden beim Trocknen ausgespannt, damit sie nicht zu stark einlaufen. Einige Farben müssen rasch, andere langsam, einige kalt, andere warm getrocknet werden, wenn sie lebhaft und gleich werden sollen.

Das Kleienbad.

Bisweilen unterwirft man die gefärbte Waare noch einer Reinigung im Kleienbad. Die Kleie zieht den Farbstoff aus und zwar zunächst den ungebundenen. Nicht blos beigemengter brauner Farbstoff, wie beim Krapp, sondern auch der eigentliche Farbstoff kann die Farbe verdüstern, wenn er nicht mit der Beize in Verbindung getreten ist, wodurch er erst sein Feuer erhält. Durch Entfernung beider wird die Farbe lebhafter. Die Kleie beseitigt ferner dunkle Stellen, macht sonach die Färbung gleichmäßiger und reinigt ungebeizte weiße Böden beim Kattundruck, wenn sich Farbstoff hineingezogen hat, aber sie greift endlich auch die gebeizte Farbe an. *Die Kleie macht demnach die Färbung lebhafter und gleichmäßiger, aber auch schwächer.* Die Stärke der Färbung wird weniger beeinträchtigt, wenn man die Kleie der Farbebrühe zusetzt. Das Kleienbad dient auch bisweilen dazu, um das Ausfärben der Waare beim Tragen zu verhüten.

Das in der Kleie enthaltene Mehl trägt zu ihrer Wirkung nichts bei, aber der in den Hüllen enthaltene Schleim verbindet sich mit dem Farbstoff und schlägt sich damit auf den Hüllen nieder. Der Schleim reagirt sauer und man kann ihr durch schwache alkalische Laugen den aufgenommenen Farbstoff wieder entziehen. Die Kleie ist im Allgemeinen um so wirksamer, je gröber sie ist, die Weizenkleie mehr als die Roggenkleie, und die Gerstenkleie ist fast ohne Wirkung.

Verstärkung der Farbe durch Verdichtung des Gewebes.

Wenn man Lein- und Baumwollengewebe mit starken Laugen (Aetznatron von 30° Baumé = 1,24 spec. Gew.) oder Säuren (Schwefelsäure von 48° B. = 1,46 spec. Gew.) erwärmt (bis 30° R.), so laufen dieselben auf $^1/_3$ ein und werden dadurch nicht blos um so viel feiner und stärker, sondern sie nehmen nachher beim Färben auch verhältnißmäßig mehr Farbstoff auf. Die Färbung wird daher viel intensiver und glänzender. Bei halbwollenen Stoffen ist nur Säure oder schwächere Lauge anwendbar.

Das Schönen der Farbe.

Man zieht bisweilen die gefärbten Zeuge durch schwach saure oder alkalische Flüssigkeiten oder verdünnte Salzlösungen, **Modificationsbeizen**, um der Farbe eine andere Nuance zu geben, oder man wendet andere Farbebrühen an und nennt dies das **Schönen**, **Schauen**, **Beleben** oder **Aviviren.**

Empfänglichkeit der verschiedenen Faserarten für Färbung.

Am leichtesten nimmt die Wolle die Farbstoffe auf, nach ihr die Seide, dann die Baumwolle und am schwierigsten die Leinwand. Letztere wird daher auch selten im Großen gefärbt, aber nicht blos, weil sie keine satte Färbung annimmt, sondern auch, weil sie eine vortheilhaftere Verwendung zu Weißzeug findet (S. 283). Nur zum Privatgebrauche kommen kleine Stücke eigenen Erzeugnisses in die Färberei für besonders starke Kleidungsstücke.

Animalisiren der Baumwolle und Leinwand.

Durch Caseïnkalk, welchen man durch Auflösen von Käsestoff in Kalkmilch erhält und durch Säuren auf die Faser niederschlägt, wird Baumwolle und Leinwand der Thierfaser ähnlich, oder **animalisirt**, und dadurch fähig, fast eben so tiefe und glänzende Färbungen, wie die Wolle, anzunehmen.

Gewichtzunahme beim Färben.

Die Stoffe nehmen durch das Färben bedeutend an Gewicht zu. So kann die Seide bis zu 200% ihres eigenen Gewichtes an Farbstoff aufnehmen.

Vorbereitung der Faser zum Färben.

Sämmtliche Stoffe bedürfen vor dem Färben einer Vorbereitung oder Reinigung. Die Wolle wird entschweißt, die Seide entschält, der Flachs und die Baumwolle gebleicht, damit sie vollkommen weiß werden, der Reinheit der Farbe nicht schaden und den Farbstoff leicht eindringen lassen. Das Bleichen der Baumwolle und Leinwand wurde bereits (S. 286) abgehandelt.

Das Entschweißen und Bleichen der Wolle.

Die rohe Wolle enthält eine eigenthümliche Substanz, den Schweiß oder das Wollfett, welche aus einer Kaliseife nebst etwas freiem Fett besteht. Um sie davon zu befreien oder zu **entschweißen**, erwärmt man sie in Wasser von etwa 45° R., dem $^1/_4$ seines Gewichtes fauler Urin zugesetzt ist. Das kohlensaure Ammoniak desselben macht den Schweiß in Wasser löslich. Weniger gut als Urin ist Seife, weil sie die Wolle schon etwas angreift. Am wenigsten greift 2fach kohlensaures Kali oder Natron an. Auf dieselbe Art wird das Garn von dem beim Verspinnen aufgenommenen Fette gereinigt. Tücher werden mit Walkererde (S. 312) und Seife gewalkt. Ein weiteres Bleichen der Wolle geschieht durch Schwefeln, ist aber für die meisten Farben nicht nothwendig. Kräftiger und dauernder ist die Bleichung mit sehr verdünnter Schwefelsäure (1 : 30), greift aber die Faser etwas an und eignet sich daher mehr für stärkere Haare (Roßhaare und Schweineborsten) als für die Wolle.

Das Bleichen macht aber die Wolle eigentlich nicht weiß, sondern nur farblos, weil die Faser durchsichtig bleibt. Sie erscheint in Masse nicht schneeweiß, sondern stets gelblich. Rein weiß wird sie erst durch Weißfärben, d. h. durch Niederschlagen eines weißen Körpers in der Faser, weil sie dadurch undurchsichtig wird. Die meisten weißen Niederschläge machen aber die Wolle entweder hart, oder gelb. Nur schwefelsaure Magnesia mit nachfolgendem doppeltkohlensaurem Natron und gelindem Erwärmen ist frei von diesen Fehlern. Einfach kohlensaures Natron macht sie gelb.

Die Seide enthält in rohem Zustand Wachs, Fett und Harz, die gelbe auch einen gelben Farbstoff und hat einen firnißartigen Ueberzug. Der Firniß der Seide besteht aus Leim und Eiweiß, Farbstoff und Firniß sind beide in Wasser, besser aber in Alkalien und Seifelösung auflöslich, der Farbstoff auch in Weingeist, der Firniß aber nicht. Sie enthält erst Weichheit, Geschmeidigkeit und Glanz durch Befreiung von dem Firniß. Die gleichzeitige Entziehung des Firnisses und Farbstoffes heißt das **Entschälen** oder **Degummiren**. Freie und kohlensaure Alkalien greifen aber die Seide zu stark an und schaden dem Glanz und weichen Angriff. Die Fettsäure der Seife mildert die Einwirkung der Alkalien auf die Faser, ohne ihre lösende Kraft zu schwächen. Schon durch bloses Kochen mit Wasser wird die Seide etwas angegriffen. Man erwärmt sie daher zuerst mit der Seifenauflösung 1 Stunde lang auf 48° R. Erst, wenn sich bei niederer Temperatur nichts mehr ausziehen läßt, wird sie 4 Stunden lang gekocht, aber mit schwächerer Lösung. Um sie zu Flor, Blonden u. dgl. mit Belassung ihrer Steifigkeit zu bleichen, wird sie mit Weingeist behandelt, welcher den Farbstoff, nicht aber den Firniß auflöst. Soll die Seide weiß bleiben, oder eine helle Farbe erhalten, so bleicht man sie nach dem Entschälen noch durch schweflige Säure. Das Entschälen der Seide.

Durch Soda mit Leinsamenschleim soll die Wirkung der Seife auf billigere Art erreicht werden.

Die einzelnen Farben werden auf Wolle, Seide und Baumwolle in folgender Weise ausgeführt, die Leinwand wird wie die Baumwolle behandelt: Ausführung der einzelnen Farben.

Roth liefert für Wolle der Krapp auf Alaunbeize, zwar kein glänzendes, aber ein solides Roth, welches durch Zinnsolution in Scharlach nuancirt werden kann. Für Baumwolle giebt der Krapp auf Alaunbeize, auch nach dem Reinigen mit Soda und Seife, nur ein bräunliches Blutroth das sogenannte **Krapproth**, das mit Zinnbeize nicht geschönt — in Scharlach oder Hellroth verwandelt werden kann, weil der Farbstoff des Krapps von der Baumwollenfaser bei weitem nicht so fest gehalten wird als von der Wollenfaser und daher von der Zinnlösung fast ganz wieder ausgezogen wird. Roth. Krapproth.

Um die Baumwolle mit Krapp hochroth oder **türkischroth** (d. h. zwischen Scharlach und Karmesin) zu färben, ist ein eigenes Verfahren nöthig, wodurch sich der rothe Farbstoff so fest mit der Faser verbindet, daß er ohne Gefahr der Wiederauflösung von den gelb und braun färbenden Substanzen gereinigt und mit Zinnauflösung geschönt werden kann. Türkischroth.

In dem Verfahren bei der **Türkischrothfärberei** weichen die verschiedenen Fabriken einigermaßen von einander ab. In Elberfeld, wo gegenwärtig die schönsten türkischrothen Garne gefertigt werden, besteht es in folgenden Operationen:

1. Reinigen der Baumwolle durch Kochen mit schwacher Pottaschenlauge.

2. Passiren des Rothbades aus Wasser, Pottasche, Schafmist und Olivenöl. Der Schafmist animalisirt die Pflanzenfaser (S. 378), indem er ihr einen thierischen Schleim mittheilt, den er in großer Menge enthält, so daß diese die Farbe reichlicher aufnimmt und sich lebhafter färbt. Zugleich wirkt dieser Schleim als Ferment auf das Oel, um es in jene Zersetzung überzuführen, wodurch es seine richtige Beschaffenheit erhält. Die Pottasche vereinigt das Oel mit Wasser zu einer Emulsion, um es möglichst fein zu zertheilen, aber nicht zu verseifen.

3. Passiren durch das Hauptölbad oder **Weißbad**, eine Emulsion von Olivenöl, Wasser und Pottasche. Es wird mehrmals wiederholt und immer dazwischen getrocknet. Das hiezu brauchbare Oel, **Proböl** (Huile tournante) ist geringes, schleimhaltiges Oel aus gegohrenen Oliven, welches eine eigenthümliche Zersetzung erlitten hat, ohne daß es aber gerade

ranzig ist. Das Oel ist in diesem Zustande besonders geeignet, eine Emulsion zu bilden. Die Wirkung der Weißbrühe scheint wesentlich mit der des Rothbades übereinzustimmen und dasselbe zu verstärken. Das Wasser quellt die Faser stärker als das Oel, so daß sie mehr Oel aufnimmt, als von blosem Oel ohne Wasser. Beim Trocknen und Verdunsten des Wasser entstehen luftleere Räume, welche sodann statt der Luft Oel aufnehmen. Nur Oelbeize giebt mit Krapp Hochroth, Thonerde ohne Oel Violettroth.

4. Auswaschen in Wasser und Trocknen.

5. Galliren, in einem warmen Decoct aus Galläpfeln und Schmack, Ausringen und Trocknen. Die Gerbsäure verbindet sich, ähnlich wie mit der Thierfaser, auch mit der Pflanzenfaser und schlägt den Alaun als unlösliche gerbsaure Thonerde auf die Faser nieder, weil die Anziehung des Oeles zur Thonerde nicht stark genug ist, um den Alaun zu zersetzen.

6. Alaunen, in einer mit Kreide versetzten Alaunauflösung, und Auswaschen. Die Kreide ist nöthig für Krappsorten, die nicht schon selbst einen hinreichenden Gehalt an kohlensaurem Kalk haben, um die Lösung zu neutralisiren, weil das in Alaunauflösung lösliche Purpurin nur aus neutraler Auflösung die Thonerde aufzunehmen vermag. Ein Uebermaß von Kreide schwächt die Farbe.

7. Krappen, in einem mit Krapp, Schmack, Galläpfeln und Blut versetzten Wasser, welches allmälig bis zum Kochen erhitzt wird. Das Bluteiweiß gerinnt mit der Gerbsäure und scheint die Klärung der Krappbrühe zu bezwecken, damit sich keine braunen Fasertheile an das zu färbende Zeug legen.

8. Aviviren oder Kochen mit Seifenlösung bei höherem Druck. Statt der Seife oder mit derselben wendet man zuweilen Kleie, oft auch Pottasche an. Der Theil des Farbstoffes, welcher die rothe Farbe verunreinigt, ist vom Färben her mit Kalk verbunden und diese Verbindung liefert mit der Seife eine doppelte Zersetzung. Der Farbstoff verbindet sich mit dem Alkali der Seife und der Kalk mit der Fettsäure derselben. Die Kalkseife bildet nebst etwas Farbstoff einen braunrothen Niederschlag. Das Aviviren bewirkt die Entfernung der nicht an die Beize gebundenen Farbtheile, daher größere Lebhaftigkeit der Farbe, zugleich aber auch mehr Beständigkeit gegen das Licht. Das Roth ist jedoch immer noch bräunlich. Die Wirkung der Kleie ist schwächer als die der Seife.

9. Rosiren, durch Kochen mit Wasser, Seife und Zinnchlorid. Das Zinnchlorid verwandelt das Brauroth in Hochroth, wirkt aber zugleich stark auflösend auf den Farbstoff. Letzteres wird durch die Seife verhütet, deren Alkali mit dem Chlor Chlornatrium bildet und Zinnseife auf die Faser niederschlägt, ohne, wie Pottasche, alkalisch auf den Farbstoff zu wirken.

Abkürzung des Verfahrens beim Türkischrothfärben.

Wenn man mit Zinnsalz gebeiztes Zeug in eine siedende Auflösung von Alizarin in Alaunlösung mit etwas Ammoniak legt, so ist es in 5 Minuten schön gelb gefärbt und wird durch Kochen mit ammoniakhaltigem Wasser türkischroth, ohne daß man Galläpfel, Sumach, Kreide, Mist, Oel oder Fettsäure nöthig hat.

Auf die Seide findet der Krapp keine Anwendung, weil er nur beim Kochen eine genügende Färbung liefert, während die Seide das Kochen nicht verträgt. Auch wird bei diesem theueren, weniger der Abnützung und der Wäsche unterworfenen Stoffe weniger der Preis und die Haltbarkeit als die Schönheit der Farbe berücksichtigt.

Karmesin und Scharlach.

Die Cochenille auf Alaun und Weinstein dient für Wolle zu Karmesin. Den ächten Scharlach erhält man aus der Cochenille nur durch Zerstörung eines Theils des rothen Farbstoffes, indem derselbe durch Zinncomposition und Weinstein ins Gelbe übergeführt wird; er kommt dadurch sehr

theuer. Man erzeugt ihn daher für grobe Stoffe durch Zusatz von gelbem Farbstoff (Fisetholz oder Curcuma), er ist aber dann weit weniger dauerhaft an der Luft. Auf Alaun und Zinnbeize färbt man die Cochenille für Seide, selten für Baumwolle.

Lack-Dye wird für Scharlachroth mit Salzsäure oder vielmehr in einer sauren Zinnsalzlösung aufgelöst und mit Zinncomposition und Weinstein auf Wolle gefärbt.

Das schönste, aber vergänglichste Roth liefert Safflor, das wohlfeilste für Wolle, Seide und Baumwolle die Rothhölzer mit Zinn- und Alaunbeize, allein es steht dem Krapp-, Cochenille- und Safflorroth an Aechtheit und Schönheit nach (vgl. S. 358).

Das Anilinroth s. bei den Anilinfarben.

Blau.

Das dauerhafteste Blau wird dargestellt durch die Indigküpe. Küpe heißt das Gefäß von Kupfer, Eisen oder Holz, worin der Indigo reducirt und aufgelöst wird. Man versteht aber auch unter **Küpen** die verschiedenen Methoden, den Indigo durch die Einwirkung eines Reductionsmittels nebst einer alkalischen Substanz als Indigweiß zum Zwecke des Färbens aufzulösen. Die Küpe dient für Wolle, Baumwolle und Leinwand, höchst selten aber für Seide, weil sie durch die Alkalien den Glanz verliert, und bei der Wahl der Farbe für die Seide mehr die Schönheit derselben, als die Dauerhaftigkeit den Ausschlag giebt. Man theilt die Küpen in **kalte** und **warme**, je nachdem die Wirkung derselben schon bei gewöhnlicher Temperatur, oder erst beim Erwärmen erfolgt.

Indigküpe, kalte und warme.

Die warmen Küpen sind am längsten bekannt und dienen jetzt nur noch für Wolle, weil sich diese nicht kalt färbt. Man unterscheidet bei den warmen Küpen eine Waid- und eine Indig- oder Pottaschenküpe.

Die Waidküpe.

Um die Waidküpe anzustellen, füllt man die Küpe, einen eingemauerten Kessel von Kupfer oder Eisen, mit Flußwasser, erwärmt es auf 60° R., setzt den zuvor in Wasser erweichten und zertheilten Waid, dann den mit Wasser zu Brei gemahlenen Indigo zu, streut zuletzt Krapp, Kleie und Kalk auf die Oberfläche, deckt mit einem Deckel und diesen mit einer Wollendecke zu, um die Temperatur zu erhalten und rührt von Zeit zu Zeit um. Sobald die Gährung eingetreten ist, setzt man bisweilen noch etwas Kalk zu, so daß die Küpe zwar nicht süßlich, aber auch nicht ammoniakalisch riecht und wartet nun den Zeitpunkt ab, wo die Küpe **ankommt**, d. i. zum Färben tauglich wird. Man erkennt dies an der **Blume**, blaue, kupferglänzende Blasen auf der Oberfläche, sowie an der gelben Farbe der Flüssigkeit. Nun senkt man die **Trift**, einen eisernen Ring, über den ein Netz ausgespannt ist, etwa 3 Fuß unter dem oberen Rand ein, um die Berührung der zu färbenden Stoffe mit dem Bodensatze zu verhindern. Die gelbgefärbten Stoffe **vergrünen** an der Luft, d. h. sie werden durch Oxydation zuerst grün, dann blau. Zur Erzielung einer stärkeren Farbe muß das Eintauchen und Vergrünen noch ein- oder mehreremal wiederholt werden. Anfangs färbt die Küpe dunkel-, später nur hellblau, weshalb man von Zeit zu Zeit frische Materialien zusetzt, bis endlich die Gährung so nachläßt, daß kein Indigo mehr zersetzt wird.

Gewisse Bestandtheile des Waids, des Krapps und der Kleie erleiden eine Art Gährung, wodurch sie den Sauerstoff des Wassers anziehen, während der Wasserstoff an das Indigblau tritt und es in Indigweiß verwandelt. Dieses löst sich in dem Ammoniak, welches gleichfalls durch diese Gährung entsteht. Essigsäure, Kohlensäure und Grubengas werden entwickelt.

Chemischer Proceß bei der Waidküpe.

Das Pektin und Gummi des Krapps und das Stärkmehl der Kleie bilden wahrscheinlich zuerst Milchsäure, dann Buttersäure unter Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff, welch letztrer im Augen-

blicke des Freiwerdens das Indigblau reducirt oder sich damit verbindet. Der Waid scheint eine Art langsamer Fäulniß zu erleiden, wobei das Ammoniak entsteht. Seine Zusammensetzung ist von der Art, daß er auf eine lange Zeit fäulnißfähige Stoffe liefert und seine Fäulniß wird noch durch die Säure verlangsamt, welche Krapp und Kleie liefern.

Der Kalk hat eine dreifache Wirkung: 1. er macht das nachher entstehende Ammoniak wieder frei, welches sich mit diesen Säuren verbunden hatte, damit es den Indigo lösen kann, 2. er wirkt nun ebenso wie die Säure, hemmend auf die Gährung, 3. schlägt jene Bestandtheile des Indigs nieder, welche die Farbe verschlechtern würden, namentlich das Indigbraun.

Die Fehler der Waidküpe.

Hat die Küpe eine fehlerhafte Beschaffenheit, so kann diese hauptsächlich 4facher Art sein:

1. Es hat sich zu viel Säure angesammelt, es wird kein Indigo gelöst, die blauen Adern und Blasen auf der Oberfläche sind in geringer Menge vorhanden, ein herausgenommener Tropfen färbt die Haut nur grün. Es muß mehr Kalk zugesetzt werden.

2. Es ist zu viel Kalk zugesetzt worden und hat das Indigweiß als basische Verbindung (Indigkalk) gefällt, das **Schwarz-** oder **Scharfwerden.** Die Flüssigkeit ist bräunlichgrün oder bei höherem Grade wasserhell, die Blume fehlt gleichfalls. Man setzt Krapp und Kleie zu, damit wieder Säure entsteht. Ist aber so viel Kalk da, daß er die Gährung nicht zuläßt, so versenkt man einen Sack voll Kleie durch ein Gewicht, welche in Gährung kommt und die nöthige Säure bildet.

3. Die Gährung des Waids hat die Oberhand und droht in vollkommene Fäulniß überzugehen und den Indigo zu zerstören. Diese Beschaffenheit oder das **Durchgehen** der Küpe erkennt man an einem süßlichen, faden oder selbst stinkenden Geruch, die Flüssigkeit ist röthlich, weil so viel Ammoniak entsteht, daß sich das Indigbraun auflöst. Man kann die Küpe anfangs durch Kalkzusatz retten, später, wenn der Geruch sehr stark wird, ist sie verloren.

4. Das Indigblau wird nicht gehörig reducirt. Dieser Fehler heißt das **gebrochene Grün** und rührt entweder daher, daß die Gährung überhaupt unterdrückt, oder die saure Gährung auf Kosten der fauligen vorwaltet, so daß kein Indigweiß entsteht. Dies geschieht entweder durch zu starken Zusatz von Kalk, oder die Küpe wurde nicht gehörig warm gehalten, oder es tritt durch zu vieles Färben zu viel Luft hinzu, welche das Indigblau niederschlägt. Die Flüssigkeit ist dunkel olivengrün. Die gefärbte Waare verliert durch Waschen den Indigo wieder, weil er nicht gelöst war. Man muß die Küpe erwärmen, etwas Waid zusetzen und einige Zeit in Ruhe lassen.

Wirkung der Waidküpe.

Die Waidküpe ist für die Wolle am meisten und besonders in größeren Fabriken in Anwendung. Sie enthält weniger Indigo als die Pottaschenküpe, weil die Wolle den Farbstoff stärker anzieht als die Baumwolle und nicht auf einmal ausgefärbt werden darf, sondern durch wiederholte Färbung, wenn dieselbe nicht fleckig werden soll. Sie liefert ein reineres Blau, weil sie weniger Krapp enthält und weil durch den Kalk das Indigbraun vollkommen gefällt wird.

Die Indig- oder Pottaschenküpe.

Die Indig-, Pottaschen- oder gewöhnliche Küpe wird ohne Waid, mit Krapp, Kleie und Pottasche angesetzt und die Temperatur zwischen 28 und 36° R. erhalten. Die Sättigung der Säure und die Auflösung des Indigs geschieht hier durch die Pottasche. Mit Vortheil kann sowohl bei dieser als bei der Waidküpe der Krapp durch Runkelrübensyrup ersetzt werden. Man setzt nur Kalk zu, um die Gährung zu unterbrechen und das Indigbraun zu fällen, in der Regel aber nicht, weil der Kalk die Anziehungskraft der Baumwolle und Leinwand für den Farbstoff schwächt.

Die Vorzüge der Indigküpe sind: Sie ist leichter zu führen, ist nicht jenen Unfällen ausgesetzt wie die Waidküpe und hat einen weit geringeren Bodensatz, weil sie keinen Waid enthält. Sie färbt schneller, bringt besser ein und färbt dunkler, weil sie gewöhnlich stärker geführt werden kann, da die stärkere alkalische Lösung mehr Indigo auflöst, als der Kalk, um schneller fertig zu werden, was nur bei Baumwolle und Kleinigkeiten von Wolle angeht, indem erstere den Farbstoff nicht so stürmisch und ungleich aufnimmt wie die Wolle, und weil bei kleineren Sachen von Wolle die Ungleichheit an einem Gegenstande nicht so leicht auftreten kann als an einem Stücke Tuch, dessen eines Ende leicht merklich heller ausfallen könnte als das andere. Sie eignet sich daher besonders für kleine Färbereien. Wegen der fast gänzlichen Abwesenheit des Kalks schadet sie der Weichheit der Wollenfaser beträchtlich weniger als die Waidküpe. Sie ist wegen des großen Verbrauches von Pottasche etwas theuerer, liefert, weil sie mehr Krapp hat und das Indigbraun durch den geringen Kalkzusatz nur zum Theil niedergeschlagen wird, ein matteres Blau und paßt daher nur für dunkle Farben, aber für diese, wegen Abwesenheit des Kalks und weil sie schneller färbt, auf Seide besser als die Waidküpe.

Die kalten Küpen. Die kalten Küpen haben den Vorzug, daß sie die Feuerung ersparen, sind aber nur für Baumwolle und Leinwand anwendbar, weil sich diese kalt färben lassen, für die Druckerei dagegen sind sie sogar nothwendig, weil sich die Verdickungsmittel in warmen Flüssigkeiten ablösen. Zur Anwendung von Wärme und deshalb auch zur Benützung für Wolle sind sie aus dem Grunde nicht geeignet, weil dadurch die Wirkung der hier angewendeten Reductionsmittel zu rasch und damit auch zu vorübergehend würde. Man rechnet dazu gewöhnlich 4 Arten, nämlich die Vitriol-, Operment-, Zinnoxydul- und Urinküpe.

Die Vitriolküpe. Die Vitriolküpe hat Eisenvitriol (FeO,SO_3) zum Reductionsmittel. Dieser wird durch Kalk oder Kalk mit Pottasche gefällt. Es entsteht Gyps und Eisenoxydulhydrat; letzteres entzieht dem Wasser seinen Sauerstoff, und der Wasserstoff verbindet sich mit dem Indigblau zu Indigweiß. Das schwefelsaure Eisenoxydul muß frei von schwefelsaurem Kupferoxyd sein, weil dies im Gegentheil das Indigweiß wieder oxydirt. Sie wird unter allen kalten Küpen am häufigsten zum Färben und auch zum Drucken benützt, weil sie frei von den Fehlern derselben ist. Sie hat indessen den Nachtheil, daß sie sich durch den starken Absatz bald verdickt und dann mit Verlust an Indigo erneuert werden muß. Dieser Absatz läßt sich aber nicht wohl vermeiden, denn wenn aller Farbstoff gelöst wäre, so würde der Theil, welcher sich an der Oberfläche oxydirt, nicht wieder gelöst werden können. Der Bodensatz dagegen unterhält eine fortwährende Desoxydation. Das Drucken mit der Vitriolküpe oder vielmehr mit den Bestandtheilen derselben (Indig, Eisenvitriol, Kalk und Stärke) auf weißen Grund heißt **Englisch-** oder **Fayenceblau.**

Die Opermentküpe. Die Opermentküpe wird mit Operment (AsS_3) angesetzt, welches man in Kalilauge löst. Es entsteht arsenigsaures Kali ($2KO,AsO_3$) und Schwefelarsenkalium) (KS, AsS_3) ($3KO + 2AsS_3$) $2HO = KS, AsS_3 + 2KO,AsO_3 + 2HS$, welches durch Wasserzersetzung wahrscheinlich in arseniksaures und unterschwefligsaures Kali übergeht, während der Indigo den Wasserstoff aufnimmt und sich dann in dem überschüssigen Kali löst. Die Lösung dient mit Gummi verdickt als Tafeldruckfarbe. Sie liefert bei der Leichtlöslichkeit des Schwefelarsenkalium eine sehr concentrirte Indiglösung und demnach ein sehr tiefes und, weil keine andern färbenden Theile mit nie-

dergeschlagen werden, auch ein sehr reines Blau. Allein das Indigblau oxydirt sich sehr bald wieder an der Luft, es muß daher sehr rasch verfahren werden. Sie diente hauptsächlich wegen ihrer Concentration in der Druckerei und ist jetzt auch da ziemlich außer Gebrauch.

Pinselblau. Wegen der raschen Oxydation des Schwefelarsenkalium bewahrte man diese Indiglösung anfangs in verschlossenenen Gefäßen und trug sie mit kleinen Pinseln auf den Zeug, **Pinselblau**. Wegen der Langwierigkeit des Verfahrens wandte man später statt des Pinsels die Druckform in folgender Weise an: Man läßt mit Gummi verdickte Farbe durch einen Hahn in einen kupfernen Kasten treten, der mit einem feinen Drahtnetz bedeckt ist, bis die Farbe durch das Drahtnetz empordringt, und streicht jedesmal einen Augenblick, bevor die Druckform Farbe davon aufnehmen soll, die oxydirte Schichte mit einer Klinge ab, damit sich eine neue Oberfläche darbietet, **Kasten**- oder **Schilderblau**.

Kasten- oder Schilderblau.

Die Zinnoxydulküpe. Die Zinnoxydulküpe reducirt den Indigo durch eine Auflösung von Zinnoxydul in Kali oder Natron. Sie giebt durch Abwesenheit von allem Gelb und durch die Verbindung von Zinnoxydul oder -Oxyd mit dem Farbstoff das schönste Blau, und das Indigweiß oxydirt sich langsamer als bei der Opermentküpe, zu welchem Zweck man sie auch oft noch mit Terpentin und Zucker versetzt. Sie kommt im Großen zum Färben zu theuer und wird in der Druckerei nur für helles Blau benützt, weil es beim dunkeln weniger auf die Reinheit der Farbe ankommt, und um schnell im Kleinen indigblau zu färben.

Beim Drucke wird ihr meist so viel saure Zinnlösung zugesetzt, bis das Alkali neutralisirt und das Indigweiß abgeschieden ist, und dann damit gedruckt, weil es sich in ungelöstem Zustande noch langsamer oxydirt. Das gedruckte Zeug wird durch ein alkalisches Bad genommen, damit das Indigweiß an der bedruckten Stelle gelöst, sich mit der Faser verbinden und dann an der Luft oxydiren kann.

Das Zinnsalz und das Aetznatron machen diese Küpe theuer, und sie erschöpft sich bald.

Die Urinküpe. Die Urinküpe bewirkt die Reduction und Auflösung des Indigs durch Digeriren desselben mit gefaultem Urin bei mäßiger Wärme und gehört daher eigentlich zu den warmen Küpen. Sie wurde bisweilen im Kleinen angewendet, jetzt aber nicht mehr wegen des üblen Geruches und giebt auch kein reines Blau wegen der färbenden Theile des Urins.

Sächsischblau. Um mit einer Auflösung des Indigs in Schwefelsäure zu färben, trägt man ihn allmälig in kleinen Mengen in 4 — 5 Theile rauchender Schwefelsäure, welche sich in einem in Wasser gestellten Topf befindet, damit der Indig nicht durch die Schwefelsäure zersetzt wird, bedeckt ihn, um die Anziehung von Wasser aus der Luft zu verhüten, und verdünnt die Masse nach 48 Stunden mit 2 Theilen Flußwasser. Die dicke schwarzblaue Auflösung heißt **Indigcomposition** oder **Oleum** und enthält außer Indigschwefelsäure und Indigunterschwefelsäure auch Indigbraun, Indigroth und Pflanzenleim, die die Farbe ins Grüne oder Braune ziehen. Man entfernt sie durch Abziehen mittelst Wolle, indem man sie mit Wasser verdünnt, mit Flockwolle einige Zeit kocht und läßt sie dann 24 Stunden stehen. Die Wolle färbt sich mit den blauen Säuren blau, während die Schwefelsäure nebst dem Pflanzenleim in Wasser bleibt. Die Wolle wird mit Wasser gut gewaschen und dann mit Soda- oder Pottaschenauflösung gekocht. Die blauen Säuren verbinden sich nebst dem Indigbraun mit dem Alkali und lösen sich damit auf; das Indigroth bleibt auf der Wolle und färbt diese rothbraun. Durch Zusatz von etwas Schwefelsäure kann aus der blauen Flüssigkeit (**abgezogenes**

Blau oder **Bläue**) das Indigbraun niedergeschlagen werden. Um die Wolle oder Seide darin zu färben, siedet man sie zuvor mit Alaun an, deren Thonerde sich als indigschwefelsaures Salz mit der Faser verbindet. Diese Färbung heißt **Sächsischblau.**

Der Indigo hat in der Verbindung mit Schwefelsäure seine Natur verändert, wird am Licht allmälig zersetzt und von ätzenden Alkalien braungelb. Das Sächsischblau ist für Hellblau schöner als Berlinerblau, aber noch weniger haltbar als dieses, es setzt weniger technische Geschicklichkeit voraus als das Küpenblau und wird daher in der Regel da gefärbt, wo die Färberei nicht das Hauptgeschäft ist, z. B. bei Tuchmachern.

Chemischblau. Das Färben mit Berlinerblau ist bekannt unter den Namen **Chemischblau, Kaliblau, Raymondsblau.** Die Wolle wird mit schwefelsaurem Eisenoxyd und Weinstein angesotten und in einem Bade von gewöhnlichem Blutlaugensalz und Schwefelsäure ausgefärbt. Bei der Anwendung von essigsaurem und weinsaurem Eisenoxydul, wo die Färbung erst allmälig an der Luft erfolgt, wird die Farbe schöner und ächter. Nach dem Auswaschen wird mit Salzsäure geschönt. Das Schönen mit Ammoniak erzeugt einen Stich in's Violette, der aber vergänglich ist. Seide, Baumwolle und Leinwand werden mit salpetersaurem oder schwefelsaurem Eisenoxyd oder Eisenchlorid gebeizt und in Blutlaugensalz mit Salzsäure gefärbt. Die Farbe wird um so heller, je verdünnter die Eisenbeize war. Das schönste Blau, **Bleu de France,** giebt rothes Blutlaugensalz mit Zinnsalz, Oxalsäure und Schwefelsäure durch Zersetzung mittelst Dampf oder Ansieden an der Luft, es hat nicht den grünlichen Ton wie das vom gelbem Salz. Das Chemischblau ist zwar, besonders für Mittelblau, so glänzend, wie man es auf keine andere Art erhält, und ächt gegen Säuren, allein am Licht wird es schmutzig blaugrau, durch Lauge und Seife braun. Die Wollenfaser wird durch das Eisensalz geschwächt und fühlt sich rauh an. Bleu de France.

Das Ultramarin wird wegen seiner Unlöslichkeit blos mechanisch aufgetragen. In der Zeugdruckerei wird es durch Albumin, in der Färberei höchstens durch Stärkekleister befestigt.

Holzblau. Zu Holzblau beizt man die Wolle, Baumwolle und Seide mit schwefelsaurem oder essigsaurem Kupferoxyd mit oder ohne Weinstein, und, um die Haltbarkeit zu erhöhen, mit Zusatz von Alaun, und setzt auch beim Ausfärben der Blauholzbrühe noch etwas Kupfersalz zu, sonst wird die Farbe mehr violett (s. S. 375). Die Farbe ist weder ächt, noch schön, dient aber häufig für Wolle, seltner für Baumwolle und Seide, zum Aufsetzen auf Indigo für geringe Waare zum Hervorbringen dunkler Schattirungen mit Ersparung an Indig.

Durch die oxydirende Wirkung des chromsauren Kali läßt sich die Haltbarkeit des Holzblaues u. a. vergänglicher Farben erhöhen. Da jedoch das entstehende Chromoxyd nur dunkle oder schwarze Verbindungen damit bildet, so fällt man dieselben durch chromsaures Kali und färbt mit einer Auflösung des Niederschlags in Pinksalz. Die Färbung ist braunschwarz, wird aber violett, wenn man das Chromoxyd durch Säuren auszieht.

Violett. Violett färbt zwar Blauholz mit Alaun, aber nicht dauerhaft und auch nicht besonders schön, es wird daher wenig Gebrauch davon gemacht; mit Zinnsalz gebeizt ist die Farbe noch vergänglicher, aber feurig, man benützt sie daher für Waaren, bei denen mehr auf Schönheit und Billigkeit gesehen wird, als auf Dauer. Alkanna und Orseille geben ein noch schöneres und wenigstens etwas mehr haltbares Violett. Ein ganz ächtes Violett giebt blos Indigo mit Cochenille. Indigo mit Krapp giebt kein Violett mehr, sondern Braun.

Gelb. Zum Gelbfärben auf Wolle dienen vorzüglich Wau, Gelbholz und Pikrinsäure auf Alaun und Weinstein, Quercitron auf Alaun ohne Weinstein, weil dieser bei Gelbholz einen Stich in's Grünliche bewirkt. Man setzt vielmehr Kreide zu, um das Gelb intensiver zu erhalten. Durch Zinnsalz wird es lebhafter. Zu Gelb auf Seide dient Wau, und Quercitron auf Alaun, Pikrinsäure auf Alaun mit Weinstein, die alkalische Auflösung von Orlean für sich oder auf Alaun und 2fach chromsaures Kali auf Bleizucker. Für Baumwolle und Leinwand dienen vorzüglich Wau, Gelbholz, Quercitron und Gelbbeeren auf Thonbeize (essigsaure Thonerde), weil sie vom Alaun zu wenig aufnehmen, und Chromgelb.

Man beizt wie bei der Seide mit Bleisalz und läßt das chromsaure Kali folgen. Beim Beizen mit chromsaurem Kali mit folgendem Bleisalz wird die Färbung zu schwach, weil die Faser dem chromsauren Kali kein basisches Salz zu entnehmen vermag und daher zu wenig davon aufnimmt. Die Wolle, welche saure Verbindungen weit kräftiger anzieht, erhält daher eine weit stärkere Färbung als die Baumwolle, wenn das Bleisalz dem chromsaurem Kali vorhergeht, allein das Chromgelb eignet sich nicht für die Wolle, das chromsaure Kali greift die Thierfaser stark an, die Rohwolle wird filzig und untauglich zum Spinnen, Garn und Gewebe fühlen sich rauh an und die Haltbarkeit verliert beträchtlich [1]). — Salpetersaures Bleioxyd liefert das Chromgelb schöner als die essigsauren Salze des Bleies (s. S. 375). Das Chromgelb ist ächt gegen Licht und Luft, gegen Seife weniger als Quercitron, von Pottasche wird es ausgeätzt, von Aetzkali orange, von Chlorkalk, Essig und Citronensaft nicht verändert, von Salzsäure zerstört.

Orange. Das Chromorange erhält man nur durch Behandeln des Gelb mit Kalk. Durch Behandeln des Chromgelb mit basisch essigsaurem Bleioxyd erhält man es nur auf Wolle, jedoch aus demselben Grunde nicht brauchbar wie das Gelb auf Wolle. Auch für Seide muß man den Orlean beibehalten, weil sie den Kalk nicht verträgt. Hinsichtlich der Aechtheit steht das Chromorange dem Gelb nicht nach, nur ist sein Verhalten gegen Säuren und Alkalien umgekehrt, durch erstere wird es gelb, gegen letztere ist es ächt. Für Baumwolle hat es daher den Orlean ganz verdrängt.

Rostgelb für Baumwolle wird mit schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenalaun ($KO,SO_3 + Fe_2O_3,3SO_3$) und essigsaurem Eisenoxyd mittelst Alkalien gefärbt. Es ist vollkommen ächt gegen alle die gewöhnlichen Einflüsse. Falbes oder Nanking-Gelb liefern für Wolle Gelbholz mit Schmack und Sandelholz, für Baumwolle Galläpfel, Knoppern, Bablah, Schmack, Eichenrinde, Catechu für sich oder mit Alaun.

Grün. Grün erhält man in der Färberei durch Vereinigung von gelben Pflanzenfarben (Wau, Gelbholz u. s. w.) mit Küpen- oder Sächsischblau.

Die gelben Pflanzenfarben werden nach dem Küpenblau gefärbt, weil sonst die Alkalien derselben das Gelb bräunen würden. Bei Sächsischblau ist es gleich, ob es vor oder nach dem Gelb gefärbt wird. Berlinerblau ist nicht anwendbar wegen der Einwirkung des Eisens auf den gelben Farbstoff. Die Auswahl der gelben Farbstoffe richtet sich theils nach der verlangten Nüance des Grün, theils rücksichtlich der Aechtheit nach dem Werthe der Waare.

---

1) Man hat vor einiger Zeit gefunden, daß Holzschwamm mit Zinnbeize ein Gelb auf Wolle liefert, welches weder die Wolle angreift, noch durch die verschiedensten chemischen Mittel verschwindet, sondern nur an Tiefe und Schönheit gewinnt. Es ist aber unterdessen nichts Näheres darüber bekannt geworden.

Chromgelb wird selten zu Grün verwendet. Färbt man es zuerst, so wird das Gelb durch die Alkalien der Küpe orange und durch die Säure des Sächsischblau wird die Chromsäure ausgezogen. Färbt man zuerst das Blau, so hat die Faser, wie es scheint keine Anziehung mehr zu dem neutralen Bleisalz. Man muß daher die ganze Operation des Gelbfärbens zweimal vornehmen, oder das Bleisalz mit Säure versetzen, allein Schwefelsäure und Salzsäure schlagen das Bleioxyd nieder, Essigsäure und Salpetersäure kommen zu hoch. Wenn man aber das Zeug erst nach dem Beizen durch Schwefelsäure nimmt, dann die Schwefelsäure durch ein Kalkbad abstumpft und hierauf mit 2fach chromsaurem Kali färbt, so erhält man ein schönes Grün. Auch durch Anwendung von bleisaurem Kalk (Bleioxyd mit Kalkmilch gekocht) erhält man ein gutes Resultat.

Um dem Grün aus Indig und Gelbholz ꝛc. mehr Aechtheit für Luft und Walke zu verleihen, giebt man ihm einen Grund aus Chromoxydhydrat, welcher jedoch für sich nur blaß grünlichblau ist, indem man auf ein Bad von 2fach chromsaurem Kali mit Oxalsäure, schwefligsaures Natron folgen läßt.

Zum Grünfärben der Seide dient auch ziemlich häufig das **Chinesischgrün**. Für Baumwolle kommt es zu theuer. Man versetzt das Färbebad mit Alaun, fügt aber in der Regel noch Gelb (Pikrinsäure) zu, weil es für sich zu blau ist. Baumwolle kann in einer Lösung mit Soda oder Pottasche, Wolle dagegen mit kohlensaurem Ammoniak gefärbt werden, indem es sich durch die Thonerde fixirt, welche es enthält.

Von grünen Mineralfarben findet das **Scheele'sche Grün** zuweilen Anwendung, die jedoch wegen seiner Giftigkeit, wegen seiner Dünne und eigenthümlichen Farbe stets ziemlich beschränkt bleibt.

Schwarz liefert Eisenoxyd mit Gerbstoff. Man beizt daher mit den Auszügen der Galläpfel, Knoppern, Sumach, Eichen-, Erlen-, Kastanienrinde u. s. w. Galläpfel geben das ächteste Schwarz, allein jedes durch Gerbsäure hervorgebrachte Schwarz geht in's Bräunliche. Blauholz giebt mit Eisenoxyd blauschwarz, jedoch nicht ächt, mit einem Zusatz von Galläpfeln oder Gelbholz kohlschwarz, noch tiefer der Wau. Aber auch bei Blauholz ist noch ein Zusatz von Kupfersalz zur Eisenbeize nöthig, wenn das Schwarz frei von jedem Stich ins Braune sein soll. Zugleich tragen die Kupfersalze wesentlich zur Haltbarkeit der Farbe bei, indem sie die organischen Stoffe weit kräftiger oxydiren, als die Eisensalze. Ein ganz haltbares Blauschwarz erhält man jedoch nur durch einen Grund mit Indig. Schwarz.

Die Eisenoxydulsalze mit Mineralsäuren machen den Stoff hart und brüchig (**verbrannt**), ebenso ein Ueberschuß von Eisenoxyd auch ohne Mineralsäuren. Am unschädlichsten ist das aus Holzessig bereitete Eisensalz, **holzessigsaures Eisen**, weil das brenzliche Oel des Holzessigs die Einwirkung des Salzes auf die Faser beschränkt.

Eisenoxydulsalze gehen schon an und für sich an der Luft leicht in basisches Eisenoxydsalz über, noch leichter aber durch die Einwirkung der Faser. Baumwolle, welche die Beize schon bei gewöhnlicher Temperatur anzieht, wird beim Trocknen leicht ungleich, indem die Theile, welche länger naß bleiben, unter der Mitwirkung der Luft mehr Eisenoxyd aufnehmen und sich an diesen Stellen dunkler färben. Dies ist bei der Wolle nicht der Fall. Deshalb und weil die Eisenoxydulsalze ächter färben, wendet man sie für Wolle, die Eisenoxydsalze dagegen mehr für Baumwolle an, da das Eisenoxyd an der Luft keine Veränderung erleidet und daher keine Veranlassung giebt, daß die Faser bei längerer Einwirkung mehr davon aufnimmt als anfangs. Am schwierigsten ist das Schwarzfärben der Seide, weil sie weder heiße Bäder, noch einen Indiggrund verträgt. Man färbt sie daher 3—4mal mit Galläpfeln und holzsaurem Eisen.

Unter den Kupferoxydsalzen wirkt das salpetersaure Kupferoxyd am kräftigsten oxydirend, aber noch kräftiger das 2fach chromsaure Kali, die Chromsäure reducirt sich durch den Farbstoff zu chromsaurem Chromoxyd und tritt als solches mit demselben in Verbindung. Ueberschuß von 2fach chromsaurem Kali giebt mit Blauholz und Gerbsäuresubstanzen Braun. Eine Beize Chromschwarz.

von 2fach chromsaurem Kali mit oder ohne Schwefelsäure, für Wolle mit Weinstein, für Baumwolle und Seide mit Alaun, färbt fast augenblicklich schwarz, erfordert kein langes Spülen und kommt billiger als Eisenbeize. Das 2fach chromsaure Kali ist zwar theurer als die Eisensalze, leistet aber 6—8mal mehr, besonders, wenn durch Schwefelsäure die Chromsäure frei wird. Die Auflösung läßt sich unverändert aufbewahren und das Schwarz ist haltbarer, es widersteht unter allen Farben am besten der Wirkung des Chlor, und das 2fach chromsaure Kali ist in so kleiner Menge erforderlich, daß es die Faser weniger angreift als die Eisensalze.

Anilinschwarz s. bei den Anilinfarben.

Grau. Durch Anwendung eines Oelbades wie in der Türkischrothfärberei wird das Schwarz bedeutend tiefer. Blasses Schwarz giebt grau.

Das Schwarzfärben der Hüte. Um Filzhüte schwarz zu färben, kocht man sie mehrere Stunden, gewöhnlich mit Beize und Farbe zugleich, nämlich Eisenvitriol mit etwas Grünspan und Weinstein, Blauholz und etwas Galläpfeln, indem man sie von Zeit zu Zeit an die Luft legt, damit sich das Eisenoxydul als Oxyd mit Farbstoff und Gerbsäure niederschlägt, worauf die Faser von Neuem zur Aufnahme von Beize und Farbstoff empfänglich ist. Grünspan greift die Haare weniger an als Kupfervitriol. Das getrennte Beizen und Färben erspart zwar an Material, das vereinigte aber an Zeit.

Braun. Braun erhält man theils durch Mischungen von Blau mit Krapproth, theils durch Eisenbeizen mit Alaun und rothen Farbstoffen, wie Cochenille, Krapp, Sandelholz; Alaun und Kupfersalze mit den Auszügen von Gerbsäuresubstanzen, wie Erlen-, Weiden- und Eichenrinde, besonders für Wolle, Catechu für Baumwolle. Nachfolgende Bäder von 2fach chromsaurem Kali geben der Färbung mit diesen Gerbsäuresubstanzen erhöhten Glanz, Tiefe und Haltbarkeit (s. S. 369). Die Wolle wird jedoch von chromsaurem Kali stark angegriffen und mürbe. Doch werden braune Filzhüte wegen der Leichtigkeit des Verfahrens, in der Regel mit Catechu und 2fach chromsaurem Kali gefärbt. — Besser eignen sich Kupfersalze mit Salmiak (S. 373).

Von den Metallfarben hat man den Manganbister für Baumwolle in Anwendung gebracht. Man beizt mit schwefelsaurem Manganoxydul oder Manganchlorür, behandelt dann mit Aetzkali und läßt hierauf das Mangan an der Luft, durch Chlor oder Chromsäure zu Manganoxyd oxydiren. Das Manganbraun ist eine schöne Farbe, leicht in verschiedenen Abstufungen herzustellen und für Aetzbeizen besonders geeignet.

Es soll an der Luft allmälig ganz weiß werden, was vermittelst Desoxydation durch die organische Faser unter Vermittlung der Kohlensäure der Luft geschehen müßte, so daß weißes kohlensaures Manganoxydul entsteht. Ich konnte dies jedoch nicht wahrnehmen. Eine Probe auf Kattun 8 Monate lang der Einwirkung von Luft und Licht ausgesetzt, hatte sich unbedeutend verblaßt.

Die Zeugdruckerei.

Die Kattundruckerei oder richtiger Zeugdruckerei ist die Kunst, auf dem weißen oder färbigen Grunde eines Zeuges eine stellenweise oder **topische** Färbung mittelst hölzerner oder metallener Formen hervorzubringen. Am seltensten werden leinene Zeuge im Großen bedruckt, weil sich die Faser schwierig färbt, so daß sich die Farben nicht gut ausnehmen und die Leinwand zum Zwecke des Färbens überhaupt zu theuer kommt. In neuerer Zeit wird zwar viel auf Wolle und Seide gedruckt, doch ist noch immer der Kattun der Hauptgegenstand der Zeugdruckerei, weil er am meisten durch bunte Färbung an Werth gewinnt.

Vorbereitung. Um den Kattun zum Drucke vorzubereiten, wird er gebleicht und gesengt, d. h. durch Sengen von der wolligen Oberfläche befreit und zwischen

Walzen, **Kalander** geglättet. Der Druck geschieht entweder durch Handformen oder durch Maschinen.

Die Mechanik des Zeugdruckes.

Der Handdruck.

Die Handformen oder Druckmodel sind in hartem Holze geschnitten oder durch Einschlagen von Messingstiften und Blechstreifen hervorgebracht. Man braucht so viele Formen, als das Muster Farben erhält. Zum Auftragen der Farbe auf die Form dient ein mit einer elastischen Masse, z. B. alter dicker Farbe oder zähem Kleister oder besser Pfeifenerde mit Gummiwasser (da letztere Masse nicht so bald riechend wird) gefüllter Kasten, der **Streichkasten** oder das **Chassis**, in dem ein Rahmen schwimmt, der unten mit Wachsleinwand und darüber mit Tuch überspannt ist. Auf letzteres wird die Farbe mit einer weichen Bürste aufgetragen. Das Wachstuch verhindert die unmittelbare Berührung der elastischen Masse mit dem Farbentuche. Auf dieses wird die Form gedrückt und dann auf das Zeug. Da das Verfahren sehr langsam geht, so hat man in späterer Zeit mehrere sehr sinnreiche Maschinen construirt, welche das Drucken außerordentlich beschleunigen.

Der Maschinendruck.

Modeldruckmaschinen.

1. Die erste Art der Maschinen druckt mit größeren Holzformen von der ganzen Breite des Zeuges und heißt daher Modeldruckmaschinen. Die bekanntesten sind nach ihren Erfindern, Perrot in Rouen und Leitenberger in Böhmen Perrotine und Leitenbergerine benannt. Erstere besteht aus 3 Formen, welche durch einen Mechanismus abwechselnd gegen das Chassistuch und das Zeug gedruckt werden. Letzteres bewegt sich über ein vierseitiges um seine Axe drehbares Prisma, das mit Tuch überzogen ist, wobei die Formen auf 3 der dargebotenen Seiten ihre Farbe absetzen und, da jede derselben mit einem andern Chassis in Verbindung steht, 3 Farben zugleich gedruckt werden können. Das bedruckte Zeug wickelt sich von der vierten Seite des Prisma's ruckweise wieder ab. Bei der Leitenbergerine wird das Zeug langsam in bestimmten Absätzen über einen horizontalen eisernen Tisch weggezogen. Ueber demselben hängen mehrere Druckformen, die senkrecht auf und ab beweglich sind. Nachdem sich ein bewegliches Chassis über das Zeug geschoben hat, fällt die Form auf dasselbe, um Farbe aufzunehmen, hebt sich wieder, indem sich zugleich das Chassis zurückschiebt und fällt nun abermals herab — auf das Zeug — um es zu bedrucken. Die Leitenbergerine bedruckt in derselben Zeit nicht so viele Stücke als die Perrotine, erreicht dieselbe aber im Ganzen an Schnelligkeit, da sie nicht, wie jene, blos 3, sondern 6—8 Farben gleichzeitig aufdruckt.

Der Walzendruck.

2. Beim Walzendruck geht das Zeug zwischen zwei Walzen durch. In die untere oder Musterwalze aus Kupfer oder Messing ist das Muster eingravirt oder galvanoplastisch ausgeführt. Die obere oder Preßwalze von Eisen ist mit Tuch überzogen und wird durch Schrauben oder Gewichte gegen die untere angedrückt. Diese reibt sich beim Umdrehen an einem mit Tuch überzogenen Holzcylinder, der sich mit seiner unteren Hälfte in der Farbe bewegt, und druckt die empfangene Farbe mit seiner oberen Seite auf das Zeug. Ein Abstreichmesser streift die außer den Gravirungen befindliche Farbe von der Musterwalze ab, ehe sie über das Zeug geht, und ein anderes streift die hängen gebliebenen Fasern ab, wenn sie vom Zeuge kommt. Da die Preßwalze weit größer ist als die Musterwalze, so können sich 8 Musterwalzen gegen eine Preßwalze bewegen, daher 8 Farben auf einmal gedruckt werden. Der Walzendruck hat den Modeldruck für alle Zeuge verdrängt, deren Verbrauch groß genug ist, um die Kosten der Gravirung zu decken.

Die chemischen Operationen beim Zeugdruck.

Die verschiedenen Mittel, nach denen die Muster auf dem Zeuge hervorgebracht werden, sind:

a. Für färbige Muster auf weißem Grunde:

1. Der Krappdruck, das Färben aus dem Kessel, oder die Weißböden: Es wird mit Beize gedruckt und dann ausgefärbt.

2. Der Tafeldruck: Es wird mit Beize und Farbe zugleich gedruckt.

b. Für weiße oder färbige Muster auf gefärbtem Grunde:

3. Die Reservage: Die weißbleibenden Stellen werden vor dem Färben mit Deckpappe oder Reservage bedruckt.

4. Die Aetzbeize oder Aetzreservage: Die weißbleibenden Stellen werden entweder vor dem Färben oder schon vor dem Beizen mit einer auflösenden, oder zersetzenden Substanz bedruckt.

5. Die Enlevage: Die Zeuge werden nach dem Färben an den Stellen, deren Farbe beseitigt oder verändert werden soll, mit Aetzbeizen bedruckt.

Die Verdickungsmittel.

Damit die aufzudruckenden Farben in hinreichender Menge an der Druckform haften und von da auf den Zeug gelangen, müssen sie mit einem passenden indifferenten Stoffe verdickt werden. Diese Verdickungsmittel sind Mehl, Stärkmehl, Traganth, Salep, Gummi, Dextrin, Zucker, Leim und Pfeifenthon. Sie müssen je nach der Beschaffenheit der Farbe und Beize, nach der Helle oder Dunkelheit der Farbe und nach der Feinheit des Musters gewählt werden.

Das Mehl hat den Vorzug der Billigkeit, aber es macht klumpig, giebt daher keinen scharfen Druck und eignet sich nicht für feine Muster, die mit Mehl verdickten Farben müssen sehr lange (1—1½ Stunde) kochen, damit sie gleichmäßig werden.

Das Stärkmehl kommt gleichfalls nicht hoch und giebt schärfere Figuren. Beide werden für dunkle Farben benützt und wo man das Trocknen verzögern will. So geben z. B. Eisen- und Alaunbeizen weit schwächere Färbung, wenn sie mit Gummi verdickt sind, weil sie zu schnell trocknen. Stärkkleister giebt ferner aus dem Grunde weit intensivere Färbungen als Gummi, weil er sehr voluminös ist und daher wenig feste organische Substanz, aber viel Feuchtigkeit und daher auch viel Farbstoff enthält Mehl und Stärkmehl sind nicht für Farben anwendbar, welche durch Wärme zersetzt werden, weil sich erstere nur warm mit den Farbenzmengen lassen, ebenso wenig für stark saure Verbindungen, weil sie von Säuren aufgelöst werden.

Traganth zeichnet sich besonders durch Klebrigkeit aus und dient daher in einigen Fällen zur Ersparung eines zweiten Auftragens. Durch sein großes Volum verhält er sich dem Stärkmehl ähnlich.

Der Salep macht die Zeuge weniger hart als die übrigen Verdickungsmittel.

Das Gummi wird unter allen Verdickungsmitteln am häufigsten angewendet, doch strebt man wegen seines hohen Preises immer mehr, es durch andere Substanzen zu ersetzen. Es ist für helle Farben und feine Muster unentbehrlich, verträgt sich aber mit vielen Metallsalzen, z. B. Zinnchlorid und Eisenoxydsalzen nicht, weil es damit gerinnt.

Wenn es lange steht und sauer wird, erleidet es eine Veränderung, wodurch es sich unter Mitwirkung der Beizen so fest mit den Zeugen verbindet, daß es durch die gewöhnlichen Mittel nicht entfernbar ist und die bedruckten Stellen starr macht. Man muß daher durch langes Kochen den Gährungstoff zu zerstören suchen, oder die Lösung nicht lange vorräthig halten.

Das Dextrin ist billiger als das arabische Gummi und kann es in manchen Fällen vertreten, wo es keine chemische Veränderung bewirkt. So vernichtet es z B. die oxydirende Wirkung des Kupfervitriols auf den Indig, indem es selbst desoxydirend auf Kupfervitriol wirkt, dagegen gerinnt es nicht mit Zinnchlorid und Eisenoxydsalzen wie das arabische Gummi.

Die geröstete Stärke kommt noch billiger, eignet sich aber wegen ihrer Färbung für solche helle Farben nicht, welche nicht vieles Waschen vertragen, weil sonst das, was davon zurückbleibt, die Farben trübt.

Der Zucker wird selten angewendet. Doch kann das basisch essigsaure Bleioxyd nur mit Zucker verdickt werden, weil es mit andern Mitteln gerinnt. Häufiger wird jetzt der Zuckerkalk bei gerinnenden Farben benützt.

Der Leim findet gleichfalls nur eine beschränkte Anwendung, er giebt den Farben mehr Körper ohne merkliche Vermehrung der festen Substanz und macht sie durch die Veränderung, welche er mit manchen Farben erleidet, hygroskopisch. Dies ist von Wichtigkeit für Oxydulsalze, welche durch längeres Hängen an der Luft, auf dem Zeuge in Oxydsalze übergehen sollen. Um das Gerinnen einer Farbe, wie Garancin-Roth und Rosa. zu verhindern, setzt man oft Chlorzink oder salpetersaures Zinkoxyd zu.

Das Wasserglas ist besonders für Catechu anwendbar.

Die Pfeifenerde dient für Aetzmittel, welche das Stärkmehl auflösen, zu Reservagen und Aetzmitteln, welche, wie Gummi, für sich zu stark schwinden und das Zeug zusammenziehen, so daß ein zweiter Aufdruck über das erste Muster hinausfällt; um dünne Farben vor dem Ausfließen zu schützen und um die Beseitigung des Deckmittels zu erleichtern, weil sie den Zutritt des Wassers erleichtert.

Pulverförmige Farben, wie Zinkweiß, Kohle, Ultramarin, Chromgrün[1]),

---

1) Guignets Grün = phosphorsaures Chromoxyd.

Lackfarben werden mechanisch befestigt durch Blutalbumin, Kleber, Oelfirniß u. s. w.

Da Wolle die Farbstoffe nur in der Wärme aufnimmt, so sind hier jene Deckpappen, welche bei dem kalten Ausfärben der Baumwolle vollkommen genügen, nicht anwendbar. Am besten schützt hier das Eiweiß, weil es in der Hitze unlöslich wird. Man bedruckt mit einer Mischung von Thon, Weizenmehl und Eiweiß.

Die Verdickungsmittel werden durch Einweichen, Reiben und Abspülen mit Wasser entfernt; das eingeschlagene Kupferoxyd bei Indigo durch Schwefelsäure; wo noch gefärbt werden soll, durch das Kleienbad; das Eiweiß durch gelindes Bürsten. Beseitigung der Deckpappen.

Beim Krappdruck druckt man verschiedene Beizen auf und färbt dann in den meisten Fällen mit Krapp mit oder ohne andere Farbstoffe, da sich der Krapp als Tafelfarbe so wenig fixirt, daß er durch Seife völlig verschwindet. Nach dem Beizen wird getrocknet und die überschüssige (nicht von der Faser gebundene) Beize entfernt, damit sie sich nicht im Bade auflöse und in den weißen Grund schlage. Dies geschieht durch das heiße Kuhmistbad. Der Krappdruck.

Der Kuhkoth wirkt durch seinen Gehalt an eiweißartigen Körpern und phosphorsauren Salzen. Das Eiweiß bildet mit den meisten Metalloxyden in Wasser unlösliche Verbindungen, die sich aber in überschüssigem Eiweiß lösen. Die Metalloxyde werden aus diesen Lösungen durch die gewöhnlichen Reagentien nicht gefällt. Das Eiweiß nimmt sonach den nicht befestigten Theil der Beizsalze auf, so daß er sich nicht mit der Faser verbinden (in den Grund schlagen) kann. Die basisch phosphorsauren Salze sättigen die saure Beize und befestigen sie dadurch. Die Wirkungen des Kuhmistbades.

Man hat daher ein Surrogat des Kuhkoths eingeführt und Kuhkothsalz genannt, welches den Kuhkoth in vielen Fällen ersetzen kann. Man bereitet aus Knochenasche durch Schwefelsäure sauren phosphorsauren Kalk, den man mit kohlensaurem Natron sättigt und eintrocknet. Die Auflösung enthält das phosphorsaure Natron gelöst und das Kalksalz suspendirt. Arseniksaures Kali mit Kalk gesättigt hat dieselbe Wirkung ist aber theurer. Später führte man das kieselsaure Natron (Natronwasserglas) mit Chlorcalcium ein. Die Lösung des Kuhkothsalzes wird mit Leimauflösung versetzt. Letztere heißt wegen ihrer Wirkung Reinigungsflüssigkeit. Kuhkothsalze.

Nach zweimaliger Behandlung im Kuhmistbad wird gut abgespült und dann warm gefärbt. Der Grund färbt sich zwar gleichfalls mit, aber der Farbstoff hängt nur mechanisch an und wird durch Behandeln im warmen Kleien- oder Seifenbad, Buntbleiche entfernt. Reicht aber, wie beim Krapp, die Kleie nicht aus, so wendet man ein Bad von Chlorkalk, oder besser unterchlorigsaurem Natron (weil der Kalk die Farbe bräunt) an, welches den gebundenen Farbstoff unmittelbar wenig angreift, den ungebundenen dagegen sehr schnell zerstört.

Der Krappdruck zeichnet sich aus durch die Haltbarkeit der Muster, weil sie wirklich aufgefärbt sind. Krapp kann gar nicht gedruckt werden, weil er sich so wenig fixirt, daß er durch Seife völlig verschwindet. Reines Krapproth auf gebeizten Grund gedruckt, fixirt sich zwar hinlänglich, ist aber zu theuer. Vorzüge des Krappdrucks.

Zum Tafeldruck werden die Farben zur Honigdicke abgedampft und dann mit den erforderlichen Beizen und einem Verdickungsmittel versetzt. Zur innigeren Verbindung der Farbe mit der Faser wird das gedruckte Zeug **gedämpft**, d. h. 20 — 30 Minuten lang über einen mit kleinen Löchern ver- Tafeldruck.

sehenen und mit Tuch umwundenen kupfernen Cylinder gewickelt, in welchen Dampf geleitet wird, **Dampffarben.** Dadurch entwickeln sich nicht nur die Farben sehr schön, sondern man hat auch den Vortheil, daß sich hier nicht, wie beim Ausfärben des ganzen Zeuges, die Farbe auch in den ungebeizten Theil zieht und wieder durch Kleienbad entfernt werden muß. Die Methode zeichnet sich durch Einfachheit aus und liefert nach dem Krappdruck die schönsten und haltbarsten Farben. Am häufigsten dient der Tafeldruck für Wolle und Seide (Shawls und Westenzeuge). Auf Baumwolle sind die Dampffarben nur haltbar, wenn man mit einem zinnsauren Alkali beizt und dann durch Behandlung mit Säuren oder Salmiak (S. 103) das Zinnoxyd in der Faser niederschlägt, weil dieses den Farbstoff kräftiger anzieht als die Faser, allen Aetzmitteln widersteht und zugleich den gebundenen Farbstoff vor denselben schützt. Man kann auch, je nach der zu erzielenden Farbe mit dem Zinnoxyd zugleich eine andere Basis niederschlagen, indem man auf das zinnsaure Alkali statt Säure ein Thonerde-, Eisensalz, u. s. w. folgen läßt, deren Säure das Alkali auflöst, während die Basis nebst dem Zinnoxyd zurückbleibt. Durch das Dämpfen lassen sich sogar Lackfarben, wie Krapplack auf Wolle fixiren.

Für die Aechtheit mancher, besonders schwarzer Tafelfarben, ist die Oxalsäure von größter Wichtigkeit. Sie hält nämlich die Oxyde eine Zeit lang gelöst, so daß sie beim Druck in die Faser eindringen können, später, besonders durch die Wirkung des Dampfes, tritt sie dieselben an die Faser ab. Dieselbe Wichtigkeit hat die Essigsäure für harzige und gewisse gerbstoffhaltige Farbstoffe, sie hält dieselben aufgelöst, um gedruckt werden zu können und gestattet ihnen, sich mit der Faser zu verbinden, während sie durch die Wärme des Dampfes entweicht und die Farbstoffe zurückläßt. Sie verhindert ferner die Zersetzung, welche die Stärke als Verdickungsmittel durch gewisse Stoffe erleidet. Auch die Kupfersalze besitzen letztere Eigenschaft, man wendet sie daher nicht blos als Oxydationsmittel, sondern auch aus dem ersteren Grunde an, so oft sie die Farbe verträgt.

Als Oxydationsmittel dienen das chlorsaure Kali, Kupfersalze, besonders Ammoniumkupferchlorid und chromsaure Salze, namentlich das chromsaure Kupferoxyd. Letzteres macht die Farben nicht nur haltbarer, sondern auch tiefer und erspart daher Farbstoff, allein weil es dieselben auch verändert, so ist es nur für dunkle Farben anwendbar, wie Schwarz, Braun, Olive, Grau, Blau. Blauholzblau erhält dadurch fast die Schönheit und Aechtheit des Indigs. Dabei macht es Wolle nicht hart, wie freie Chromsäure oder chromsaures Kali.

Die Reservage. 3. Die **Reservage** oder **Küpenpappe** dient beim Färben aus der kalten Indigküpe, um jene Stellen, welche das weiße Muster bilden, vor dem Eindringen der Farbe zu schützen. Man hat vier verschiedene Arten der Reservagen oder Deckpappen: a. die fette mit Talg, Terpentin, Grünspan und Thon, fast ausschließlich für Seide, b. die weiße aus Gummi und Pfeifenthon mit Kupfersalzen (Vitriol oder Grünspan), welchen der Indig Sauerstoff entzieht und dadurch unauflölich wird, ehe er zur Faser gelangt, c. Zinksalz, es oxydirt das Indigweiß nicht, aber es zersetzt sich mit dem Kalk der Küpe, erschwert dadurch dessen Eindringen in die Faser, ohne es ganz zu verhindern und liefert ein hellblaues Muster, d. die farbige Beize oder der **Lapisdruck** wegen entfernter Aehnlichkeit der farbigen Muster auf blauem Grunde mit dem Lasurstein, Lapis lazuli. Die Reservage enthält Thonbeize, man erhält daher farbige Muster, wenn man nach der Küpe in verschiedenen Flotten ausfärbt, e. für Dampffarben Kreide, welche die Beizsalze zersetzt, mit Thonerdehydrat, welches die Farbstoffe fixirt, bevor sie zur Faser gelangen, und dann eine mechanische Reservage mit dem Farbstoff bildet. Die Wolle wird mit einer eiweißhaltigen Mischung bedruckt (s. S. 391).

4. Die **Aetzbeize** oder **Aetzreservage** dient für Farben, die warm gefärbt werden sollen, wo blose Deckpappen nicht schützen, weil sie sich ablösen. Man druckt entweder ein Salz auf, welches, wie arseniksaures Kali, die aufzutragende Beize in eine unauflösliche Verbindung verwandelt, so daß sie in der Pappe zurückbleibt und nicht zur Faser gelangt, oder man löst die bereits aufgetragene Beize durch eine Säure wieder auf. Man nimmt dazu Pflanzensäuren, weil die Mineralsäuren die Faser zu sehr angreifen. Am häufigsten werden Oxalsäure, Wein- und Citronsäure angewendet. Die Aetzbeize.

Die Oxalsäure verbindet sich als eine starke Säure sehr leicht mit den Metalloxyden und ätzt sie vollkommen aus, allein sie ist etwas schwer löslich und giebt allmälig wieder einen Theil der Basis an die Faser ab. Sie wird daher für sich nur dann angewendet, wo die Farbe blos heller werden soll; für ganz weiße Stellen aber stets mit Citronsäure und Weinsäure. Die Weinsäure ist weit leichter löslich und bringt weit rascher in die Faser. Noch leichter löslich ist die Citronsäure, welche daher auch trotz ihres höheren Preises die häufigste Anwendung findet. Aepfelsäure ist noch leichter löslich als Citronsäure.

5. Die **Enlevage** (Entfärbung) dient gleichfalls für solche Farben, die warm gefärbt werden sollen, in gewissen Fällen, wo die Aetzbeizen nicht zureichend oder ohne Wirkung wären. Die Farben können zerstört werden: Die Enlevage.

a. Durch Oxydation. So wird Türkischroth zerstört, indem man eine Säure (Weinsäure) aufdruckt und dann durch ein Chlorkalkbad nimmt, Indigo durch Salpetersäure, Chromsäure (2fach chromsaures Kali mit Schwefelsäure) oder rothes Blutlaugensalz mit Kali oder Magnesia, welche sich besser zum Druck eignet: $3KCy, FeCy_3 + KO + C_{16}H_5NO_2$ (Indigblau) $=$ $2(2KCy, KCy) + C_{16}H_5NO_4$ (Isatin).

b. Durch Reduction. Das wichtigste Reductionsmittel ist das Zinnchlorür, es verwandelt das Eisenoxyd der Eisenbeizen in Chlorür, welches sich leicht durch Waschen entfernen läßt und unlösliches weißes Zinnoxyd bleibt zurück, welches für Gelb und Roth dient. Ebenso zerstört es den Manganbister, indem es das Manganoxyd in auflösliches Chlorür verwandelt. Sowohl der Enlevage, als den Aetzbeizen können andere Farben zugesetzt werden, diese müssen aber bei Chlor unorganische, wie Berlinerblau u. dgl. sein.

Eine eigenthümliche Druckmethode ist die **Mandarinirung** seidener und wollener Waaren, welche darin besteht, daß man Indigoblau durch verdünnte Salpetersäure in Gelb und dieses durch Seifenwasser in Orange verwandelt, während die auszusparenden oder reservirenden Stellen mit einer Mischung von Talg und Colophonium bedruckt sind. Die Mandarinirung.

Zersetzungsprocesse der organischen Körper.

Sobald die Wirkung der Lebenskraft in einem Organismus oder einem Theile desselben aufhört, fängt der Einfluß der gewöhnlichen chemischen Verwandschaftskraft auf denselben an.

Je einfacher die Zusammensetzung einer chemischen Verbindung, je geringer die Anzahl der darin enthaltenen Atome, desto beständiger ist dieselbe, desto weniger der Zersetzung unterworfen. Je vielfacher die Zusammensetzung, je größer die Zahl der Atome, desto schwächer die Kraft, wodurch ihre nächsten Bestandtheile mit einander in Verbindung stehen, desto größer die Neigung, sich in einfachere Verbindungen, oder in Elemente zu zersetzen.

Die organischen Körper sind daher wegen ihrer vielfachen Zusammensetzung sehr zu Zersetzungen geneigt, besonders diejenigen, welche Stickstoff enthalten, der auch in den einfachsten anorganischen Verbindungen nur wenig Verwandtschaftskraft zeigt. Die meisten werden schon durch die blose Einwirkung von Wasser und Luft, zum Theil selbst durch eines dieser Agentien, fast alle aber durch anorganische Säuren und Basen zersetzt.

Die Zersetzungen der organischen Körper zerfallen demnach in drei Abtheilungen: 1. die Zersetzung durch Wasser und Luft, 2. die Zersetzung durch höhere Temperatur, 3. die Zersetzung durch anorganische Säuren und Basen.

Zersetzung der organischen Körper durch Wasser und Luft.

Die Zersetzung durch Einwirkung von Wasser und Luft bei gewöhnlicher Temperatur kann auf dreierlei Weise geschehen, a. durch die Einwirkung von Wasser mit beschränktem Luftzutritt, die **Fäulniß**, b. durch die Einwirkung von Wasser mit unbeschränktem Luftzutritt, die **Verwesung**, c. von beschränktem Luftzutritt ohne Wasser, die **Vermoderung**.

Man bezeichnet diese Zersetzungen durch Wasser und Luft nach altem Sprachgebrauche nur bei den organischen Körpern mit eigenen Namen, wie Gährung, Fäulniß, Verwesung, wiewohl sich später gezeigt hat, daß ganz ähnliche Processe bei den anorganischen Verbindungen vorkommen.

Luftzutritt ist also bei allen 3 Arten der Zersetzung, wenn auch (wie bei der Fäulniß) nur ganz vorübergehend, nothwendig. Sie führt den fäulniß- oder verwesungsfähigen Substanzen die Keime mikroskopischer Pflanzen und Thiere zu, durch deren Entwicklung die Zersetzung angeregt wird. Luft oder Sauerstoff, welche zuvor mittelst Filtration durch Baumwolle oder durch Ausglühen von diesen Keimen befreit wurden, können zwar Oxydation und Kohlensäureentwicklung, aber keine Fäulniß oder Verwesung einleiten.

Gährung.

Nur wenige Körper, fast nur die Proteïnverbindungen (S. 309) sind für sich der Fäulniß fähig, allein, wenn sie in Fäulniß begriffen sind, so können sie andere, für sich nicht fäulnißfähige Körper in eine ähnliche, ihrer Natur entsprechende Zersetzung überführen. Die Zersetzung durch Wasser, welche in gewissen Körpern erst durch andere schon in Zersetzung begriffene eingeleitet wird, heißt **Gährung** und der Körper, welcher sie einleitet, das **Ferment** oder der Gährungserreger.

Nach den Producten, welche durch die Gährung entstehen, unterscheidet man mehrere Arten derselben. Die wichtigsten sind: die Wein- oder geistige Gährung, die Schleimgährung, die Milchsäure- und Buttersäuregährung.

Die faulenden Körper vermögen nur in gewissen Perioden der Fäulniß bestimmte Arten der Gährung einzuleiten. So sind die meisten nur im Anfange der Fäulniß Fermente für Weingährung, während sie später den Zucker nicht mehr in Weingeist, sondern in Milchsäure umwandeln. Die Leimsubstanzen dagegen sind erst zur Weingährung tauglich, wenn sie das Vermögen, die Milchsäuregährung einzuleiten, verloren haben.

Weingährung.

Die geistige oder Weingährung besteht in der Zersetzung des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure. Die Bedingungen, unter welchen dieselbe eintritt, sind folgende: Die Bedingungen, unter welchen die Weingährung eintritt.

1. Die Gegenwart von gährungsfähigem Zucker, also von irgend einer der gewöhnlichen Zuckerarten, welche sämmtlich der Gährung fähig sind. Obgleich nur Schleim- und Krümelzucker unmittelbar in Gährung übergehen, so verwandeln sich doch die übrigen unter denselben Umständen in Krümelzucker, unter welchen die Gährung selbst eintritt. Am schnellsten gährt der Krümelzucker, fast eben so rasch der Schleimzucker, merklich langsamer der Rohrzucker, aber noch weit langsamer der Milchzucker.

2. Die Gegenwart eines Ferments. Die Fermente der Weingährung heißen **Hefe**.

Die Hefe besteht aus kleinen durchsichtigen Körnchen — Bläschen aus Cellulose mit eiweißartigem Inhalt, einer Art unvollkommer Pflanzen, **Hefenpilze**, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen, und hat je nach der Farbe des Weins entweder eine bräunlichgelbe oder röthliche Färbung. Sie entwickelt sich aus gewissen stickstoff- und schwefelhaltigen Substanzen (Proteïnverbindungen, S. 309), am schnellsten aus Eiweißstoff, Leim, Fibrin und Käsestoff des Pflanzenreichs, weit langsamer dagegen aus den entsprechenden Stoffen des Thierreiches, wenn sie in aufgelöstem Zustand bei Luftzutritt mit verdünnter Zuckerauflösung in Berührung kommen.

Ohne Zuckerauflösung der Luft ausgesetzt geben diese Stickstoffsubstanzen, sowie die daraus entstandene Hefe unter Entwicklung eines üblen Geruches in Verwesung über und verwandeln alsdann den Zucker nicht mehr in Weingeist, sondern in Milchsäure.

Jedoch erleidet die Hefe auch in gährenden Zuckerauflösungen allmälig eine Veränderung, sie verliert ihren Stickstoff, den man in der Flüssigkeit als Ammoniak findet und verwandelt sich in eine faserstoffähnliche Substanz, welche ohne Wirkung auf Zuckerlösung ist. Die Hefe kann daher die Gährung nur eine Zeit lang unterhalten. Nicht blos die Menge der neugebildeten, sondern auch die der verzehrten (oder untauglich gewordenen) Hefe steht in geradem Verhältnisse zur Menge des gebildeten Alkohols.

Was sich aus gährenden Flüssigkeiten ausscheidet, besteht ganz oder doch zum Theil aus unwirksam gewordener Hefe und je weniger sie von dieser enthält, um so wirksamer ist sie zur ferneren Erregung der Gährung.

In concentrirter Zuckerauflösung erhält sich die Hefe Jahre lang unverändert. Austrocknung, fortgesetztes Kochen mit Wasser, starker Weingeist und überhaupt alle Substanzen, welche Gifte für die Pflanzen sind, beschrän-

ken oder vernichten die Wirksamkeit der Hefe. Für Krümelzucker ist 1% Hefe, im trocknen Zustande gerechnet, hinreichend, für gemeinen Zucker $1^{1}/_{2}$, weil er sich zuvor in Krümelzucker verwandelt, bevor er in Gährung übergeht. Je größer die Menge der Hefe, um so schneller beginnt und vollendet sich die Gährung.

3. Eine entsprechende Menge Wasser, nämlich über das Vierfache vom Gewichte des Zuckers. Beträgt die Menge des Wassers weniger, so bleibt ein großer Theil des Zuckers unzersetzt, weil das Uebermaaß des entstehenden Weingeistes die Wirkung der Hefe aufhebt. Concentrirte Zuckerauflösungen verhindern die Zersetzung der Hefe und daher auch ihre Wirkung auf den Zucker, sie gehen nicht in Gährung über und schützen selbst andere Substanzen vor Gährung und Fäulniß. Das Einmachen der Früchte beruht darauf. Ist dagegen der gährende Zucker in zu vielem Wasser gelöst, so geht der gebildete Weingeist leicht in Essigsäure über, ehe noch aller Zucker zersetzt ist.

4. Luftzutritt ist zwar für den Gährungsproceß an und für sich nicht erforderlich und oft sogar nachtheilig, weil er die Säurebildung begünstigt, aber zur Bildung der Hefe, wo letztere nicht schon vorhanden, ist er unentbehrlich. In luftleerem Raum ausgepreßter Traubensaft gährt eben so wenig, als wenn er noch in der unverletzten Frucht eingeschlossen ist.

Die kleine Quantität der zur Zersetzung des Zuckers nöthigen Hefe bildet sich jedoch sehr schnell. Die Dauer des Auspressens der Früchte reicht dazu hin. Der Fruchtsaft gährt dann auch in verschlossenen Gefäßen unaufhaltsam fort und diese werden von der entweichenden Kohlensäure zertrümmert, wenn dem Gase kein Abzug gestattet ist, z. B. durch eine unter Wasser ausmündende Gasleitungsröhre.

5. Eine geeignete Temperatur. Die Gährung findet zwar bei allen Wärmegraden von + 4 bis + 30° R. statt, am meisten geeignet ist jedoch eine Temperatur von + 10 bis + 20° R. Unter 10° erfolgt die Gährung nur langsam, bei 0° hört sie ganz auf, während sie bei Temperaturen über 20° R. zu stürmisch wird und daher in Essigbildung übergeht.

Durch eine den Kochpunkt des Wassers erreichende Erhitzung tritt die Gährung auch bei nachheriger Abkühlung, vermöge einer Veränderung des Fermentes, erst nach einiger Zeit, und wenn das Kochen längere Zeit gedauert hat, gar nicht wieder ein.

Saure Reaction als Bedingung zur Weingährung.

Eine sechste Bedingung für den regelmäßigen Verlauf der Weingährung, welche jedoch noch nicht in die Lehrbücher aufgenommen ist, ist jedenfalls die saure Reaction der Flüssigkeit. Es ist bekannt, daß 2—3% Weinsäure oder $^{1}/_{40}$ bis $^{1}/_{10}$% Schwefelsäure sowohl den Eintritt als den Verlauf der Gährung beschleunigt und daß die Wirksamkeit der Hefe durch Auswaschen geschwächt wird. Wie die saure Reaction die Entstehung einer basischen Substanz, nämlich des Alkohols, so begünstigt die alkalische Reaction die Entstehung von Säuren wie Milch- und Buttersäure. Die saure Reaction muß um so stärker sein, je größer die Menge der Hefe und die Höhe der Temperatur ist. In größerer Menge hindern jedoch die Säuren die Gährung und unterbrechen sie endlich ganz durch Zerstörung der Hefe. Daher das Süßerhalten des Traubenmostes durch Schwefeln. Je stärker die Säure ist, um so kleiner darf die Menge derselben sein.

Die Erscheinungen bei der Weingährung.

Die geistige Gährung ist von folgenden Erscheinungen begleitet: 1. die Flüssigkeit trübt sich durch die Ausscheidung der Hefe. 2. Die Temperatur erhöht sich, wie bei allen chemischen Processen, die mit Lebhaftigkeit erfolgen, bemerkbar; um so mehr, je größer die Menge der gährenden Flüssigkeit ist. 3. Mit der Temperaturerhöhung steht eine Zunahme des Volums in Verbindung. 4. Eine lebhafte Entwicklung von Kohlensäuregas setzt die Flüssigkeit in Bewegung. Beim Aufhören der Gährung lagert sich die Hefe ab und die Flüssigkeit hellt sich aus.

Chemischer Proceß bei der Weingährung.

Die Zersetzung des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure geschieht, ohne daß etwas aufgenommen oder ausgeschieden wird:

Zieht man von 1 Atom Krümelzucker	$= C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$
ab 4 Atome Kohlensäure	$= C_{4}\ \ \ \ O_{8}$
so bleiben 2 Atome Alkohol	$= C_{8}\ H_{12}\ O_{4}$
da 1 Atom Alkohol	$= C_{4}\ H_{6}\ O_{2}$ oder
	$C_{4}\ H_{5}\ O,HO$ (s. S. 256).

Eine kleine Menge des Zuckers wird jedoch auch zur Entstehung von Glycerin und Bernsteinsäure, sowie zur Entwicklung der Hefe aus den Proteïnkörpern verwendet.

Die Wirkung der Hefe. Worauf die Eigenschaft der Hefe beruhe, Zuckerlösungen in Gährung zu versetzen, ist nicht bekannt. Man weiß jedoch, daß viele Verbindungen und Zersetzungen auch bei anorganischen Körpern nicht so leicht oder gar nicht eintreten, wenn sie nicht mit andern Körpern in Berührung kommen, die schon in derselben oder in einer ähnlichen Zersetzung begriffen sind. Man weiß, daß faule Früchte gesunde leicht anstecken, und hat daher angenommen, daß es eine ähnliche Ansteckung sei, die zwischen einem faulenden (Proteïn-) Körper stattfindet, der so leicht zersetzbar ist, daß er von selbst (ohne Ansteckung) in Fäulniß übergeht, und einem andern, der ohne Ansteckung der Fäulniß nicht fähig ist.

Die Producte der Gährung. Wegen des zum Gährungsprocesse nöthigen Wassers erhält man durch die Gährung niemals reinen, sondern stets wasserhaltigen Weingeist. Die Substanzen, welche in Gährung versetzt werden, enthalten entweder Zucker, wie die Säfte der Früchte, oder Stärkmehl, wie die Getreidesamen, welches zuvor in Zucker umgewandelt werden muß. Erstere liefern den Wein, letztere Bier und Branntwein.

Wein.

Was man unter Wein versteht. Man versteht unter Wein den durch Gährung geistig gewordenen Saft der Früchte, besonders der Weintrauben, so wie auch anderer zuckerhaltiger Flüssigkeiten, wenn sie ein trinkbares Erzeugniß liefern. Man unterscheidet Traubenweine, Obstweine, Honigwein oder Meth und künstliche Weine.

Der Traubenwein. Der wichtigste ist der Traubenwein, von dem es wieder eine große Menge von Sorten giebt, je nach der Verschiedenheit der Spielarten der Weintrauben, nach der Verschiedenheit des Bodens, des Klimas und der Lage, in welcher die Trauben gezogen sind, nach der Witterung und der davon abhängenden Reife der Trauben und nach der Behandlung des Traubensaftes nach dem Auspressen.

Bestandtheile des Mostes und des Weins. Der Traubensaft oder **Most** enthält außer Zucker (Frucht- und Krümelzucker), Extractivstoff, Pflanzenleim und Eiweißstoff, etwas Gummi und ätherischem Oel, auch verschiedene Salze und Säuren, hauptsächlich zweifach weinsaures Kali und weinsauren Kalk nebst einer kleinen Menge anderer Salze, freie Weinsäure und Gerbsäure mit sehr wenig Traubensäure, Aepfel-, Citron- und Essigsäure.

Der Zuckergehalt beträgt 12—30% und bildet die Hälfte seines Gewichtes Alkohol. Die Quantität der freien Säure verhält sich zu der des Zuckers in guten Jahren bei guten Traubensorten wie 1:29, bei mittleren wie 1:16 und bei geringen wie 1:10.

Im Wein sind von den Bestandtheilen des Mostes einige ganz ausgeschieden, wie Eiweißstoff und Pflanzenleim als Hefe; andere zum Theil, wie das 2fach weinsaure Kali, welches in reinem Wasser weniger löslich ist, als in einer Zuckerauflösung und weniger löslich in weingeisthaltigen Flüssigkeiten als in reinem Wasser; andere umgewandelt, wie Zucker in Weingeist und zum Theil in Bernsteinsäure und Glycerin. Der Farbstoff oder Extractivstoff, welcher, in der Traube farblos, an der Luft eine braunrothe Farbe annimmt, wird durch das Ferment wieder desoxydirt und entfärbt (wie der Indigo in der warmen Küpe S. 381). Andere Bestandtheile kommen neu

hinzu wie die Gerbsäure aus Hülsen, Kämmen, Kernen, Daubholz und bei den Rothweinen der rothe Farbstoff aus den Traubenhülsen.

Bereitung des Weins.

Zum Behufe der Mostgewinnung werden die Trauben entweder vorher abgebeert oder sammt den Kämmen zerstoßen und ausgepreßt oder gekeltert. Man läßt ferner den Saft entweder für sich, oder mit den Schalen, oder auch mit den Kämmen vergähren. Je länger diese Theile mit dem Saft in Berührung bleiben, um so mehr Gerbsäure nimmt letzterer daraus auf. Die Gerbsäure hat einen wohlthätigen Einfluß auf die Entwicklung geringer Weine, wo die Stickstoffsubstanzen in einem größeren Verhältniß zum Zucker vorhanden sind. Die Gerbsäure macht dieselben zum Theil unwirksam und beschränkt so die allzu stürmische Gährung. Sonst wird jedoch der feine Geschmack dadurch beeinträchtigt.

Verstärkung des Mostes.

Um die Stärke von Weinen geringer Jahrgänge zu erhöhen, versetzt man den Most an vielen Orten, namentlich in Frankreich mit Stärkezucker. Letzterer muß natürlich zu diesem Zwecke sehr rein, frei von Schwefelsäure, Dextrin und Kartoffelgeschmack sein. Rohrzucker kommt weit kostspieliger. Oder man concentrirt den Most durch Eintrocknen der Beeren oder Eindampfen des Mostes. Letzteres Verfahren ist dem Zusatze von Zucker in soferne vorzuziehen, weil damit alles Fremdartige ausgeschlossen bleibt, allein außer dem Zucker wird zugleich der Säuregehalt vermehrt, wodurch das Verfahren namentlich für sauren, zuckerarmen Most unzweckmäßig ist.

Die Gährung des Weins

Die Gährung läßt man bei möglichst niedrigerer Temperatur verlaufen. Die Temperatur des Spätherbstes ist im mittleren Europa 8 bis 12° R., die Gährung vollendet sich dabei in 10—14 Tagen. In wärmeren Gegenden, bei gelindem, lauem Wetter ist die Gährung oft schon in 2—3 Tagen beendet.

Je größer die gährende Masse, um so rascher verlauft die Gährung, um so stärker die Erwärmung und daher die Verflüchtigung von Weingeist und Geruchstoff, um so größer aber auch der Bedarf an Räumlichkeit, die Auslagen für Fässer und Arbeit. Man vertheilt daher nur bessere Weine in kleinere Fässer, um ihnen den möglichsten Grad der Vollkommenheit zu geben.

in geschlossenen und offenen Gefäßen.

Nach dem ältesten und jetzt noch sehr üblichen Verfahren wendet man Fässer mit offenem Spundloch an. Häufig sind jetzt luftdicht geschlossene Bottiche in Gebrauch mit aufgekittetem Deckel und luftdicht aufgesetztem Gasleitungsrohr, welches unter Wasser und noch besser in Soda- oder Pottaschenauflösung ausmündet. In neuester Zeit wurde auch die Gährung in ganz offenen Gefäßen versucht. Die geschlossenen Gefäße verhindern den Verlust an Weingeist und Riechstoff, sowie die Bildung von Essigsäure, halten den Kellerraum frei von Kohlensäure und liefern dabei ein nutzbares Nebenproduct, 2fach kohlensaures Kali oder Natron. Die Gährung in offenen Gefäßen gestattet der Luft freieren Zutritt und bewirkt dadurch eine vollkommenere Oxydation und Abscheidung der Stickstoffsubstanzen und sonach eine größere Haltbarkeit der Weine. Die geschlossene Gährung ist demnach für zuckerreiche Weine in wärmeren Gegenden unentbehrlich, während die offene nur für zuckerarme Weine in kälteren Gegenden von Vortheil sein kann.

Die Nachgährung.

Mit der Zunahme des Weingeistes wird die Gährung allmälig schwächer, bis sie endlich (bei 8—9%) so spärlich wird, daß sich der Wein aushellen kann und die noch erzeugte Kohlensäure bei geschlossenem Spunde durch die Poren des Holzes entweicht. Nur in verkorkten Flaschen schäumt der Wein beim Oeffnen derselben und sie werden selbst zuweilen davon zer-

sprengt. Man nennt diese langsame Fortsetzung der Gährung die **Nachgährung.**

In gewissen Zeiten des Jahres, namentlich, wenn der Weinstock treibt, blüht und die Trauben anfangen, sich zu färben, im April, Juny und July geht die Nachgährung ungewöhnlich lebhaft von statten und giebt sich durch ein hörbares Brausen des Weines kund, er fängt an zu **arbeiten** und zu **stoßen.** Diese Bewegung des Weins steht natürlich in keiner Beziehung zur Vegetation des Weinstockes, aber wohl zu der in diesen Entwicklungsperioden zunehmenden Wärme der Witterung. Die im Anfang gebildete Menge des Weingeistes genügt nur bei der kühlen Temperatur des Herbstes, um die Gährung zu unterdrücken, letztere fängt aber von neuem mit Lebhaftigkeit an, wenn die Wärme des Sommers in die Keller bringt und hört wieder auf, sobald die für die erhöhte Temperatur zur Unterdrückung der Gährung erforderliche Weingeistmenge gebildet ist, kann jedoch bei einer abermaligen Steigerung der Temperatur von neuem beginnen.

Die Beschaffenheit der Keller.

Der neue Wein wird in locker gespundeten Fässern in kühlen, mäßig feuchten Kellern gelagert, welche weder Erschütterungen durch Fuhrwerke oder Gewerbe ausgesetzt sind, noch faulende Substanzen, wie altes Holz und Küchenkräuter enthalten.

In warmen Kellern verlauft die Gährung schneller als in kühlen. Trotzdem wird aber der Wein in kühlen früher hell als in warmen. Da nämlich bei niederer Temperatur die Nachgährung schwächer ist, so lagert sich die Hefe vollständiger ab. Den Rothweinen ist jedoch eine zu niedrige Temperatur schädlich, der Farbstoff schlägt sich nieder und löst sich dann auch in der Wärme nicht wieder auf. Sind die Keller zu trocken und luftig, so verdunstet der Wein zu stark, die Faßdauben schwinden und die Fässer rinnen; sind sie zu feucht, so schimmeln die Fässer und die Reife verderben. Erschütterungen bewirken das Aufrütteln der Hefe und die daraus entstehenden Folgen. Faulige Ausdünstungen von Pflanzenstoffen oder Senkgruben ertheilen dem Wein einen üblen Beigeschmack oder rufen selbst faulige Zersetzungen desselben hervor.

Während der Nachgährung dauert die Abscheidung des Weinsteins und der Hefe fort. Der Weinstein, welcher sich anfangs als krystallinisches Pulver, mit Hefe gemengt am Boden ansammelt, heißt in der Geschäftsprache **Fluß** oder **Floß** und nur derjenige, welcher später langsam aus der Flüssigkeit herauskrystallisirt und sich als dünne Rinde an die innere Fläche des Fasses festsetzt, heißt **Weinstein.**

Nach vollendeter Nachgährung wird der junge Wein von der Hefe abgelassen oder **abgestochen** und dieses Ablassen jedes Früh- und Spätjahr in den ersten Jahren wiederholt, weil sonst die Hefe die Essigbildung, namentlich beim Transport und Abfüllen begünstigt, der Weinstein durch die beim Verdunsten des Weines zunehmende freie Weinsäure wieder aufgelöst wird und dadurch den Säuregehalt vermehrt.

Die Geruchstoffe des Weins.

Die Geruchstoffe des Weins sind theils a l l g e m e i n e, d. h. solche, welche in allen Weinen dieselben, theils b e s o n d e r e, d. h. solche, welche in jeder Weinsorte verschieden sind. Die ersteren entstehen entweder bei der Hauptgährung, oder nach derselben, nämlich beim Ablagern des Weines.

a. Allgemeine Geruchstoffe.

Der Oenanthäther besteht aus önanthsaurem Aethyloxyd. Die Oenanthsäure entsteht bei der Hauptgährung aus einem Theil des Zuckers. Zieht man von

		C	H	O
3 Atomen Traubenzucker	=	36	36	36
ab 1 Atom Alkohol	=	4	6	2
4 Atome Kohlensäure,	=	4		8
eben so viel Wasser	=		4	4
und 18 Atome Sauerstoff,	=			18
so bleiben 2 At. Oenanthsäure	=	28	26	4.

Der Sauerstoff, welcher frei wird, dient zur Oxydation der Stickstoffsubstanz. Der Aether entsteht aus Alkohol durch die Einwirkung der Weinsäure. Der Oenanthäther riecht für sich unangenehm, bildet aber mit dem Geruch des Alkohols den bekannten Weingeruch. Er verwandelt sich jedoch mit der Zeit in wohlriechende Verbindungen. Die Oenanthsäure kann nämlich in verschiedene andere Säuren übergehen, wie Buttersäure, Pelargonsäure, Caprin- und Caprylsäure, welche mit Aethyloxyd wohlriechende Verbindungen bilden, von denen bereits mehrere aus dem Wein abgeschieden worden sind. Die Essigsäure, welche durch die Einwirkung der Luft auf Alkohol und Weinsäure entsteht, bildet gleichfalls eine wohlriechende Verbindung mit Aethyloxyd, nämlich den Essigäther. Etwas Amyloxyd, welches bei der Gährung aus einem Theil des Zuckers entsteht, liefert gleichfalls Verbindungen von angenehmem Geruch.

Verbesserung des Weins auf dem Lager.

Der junge Wein hat deshalb keinen sehr angenehmen Geruch und der starke Gehalt an Oenanthäther scheint auch seine heftig berauschende Wirkung zu verursachen. Das Ablagern verbessert aber nicht blos das Aroma des Weins, sondern derselbe wird auch zugleich süßer durch die Abnahme der freien Wein- und Essigsäure. Auch die Entstehung von weinsaurem Aethyloxyd trägt zur Verminderung des sauren Geschmackes bei, jedoch nicht zur Vermehrung des Aroms, weil das weinsaure Aethyloxyd geruchlos ist. Nicht allein die Bildung von Essigsäure aus Weinsäure, sondern auch die Abscheidung der Stickstoffsubstanzen als Hefe bedarf den Zutritt der Luft, welcher durch die Poren des Holzes stattfindet. Wird daher der Wein zu früh auf Flaschen gezogen, **so baut er sich nicht aus,** wird zähe und schleimig.

b. Besondere Geruchstoffe des Weins.

Die **besondern Geruchstoffe** des Weins sind noch wenig bekannt. Es scheinen ätherische Oele zu sein, denen schon die verschiedenen Traubensorten (z. B. Muscateller) ihre eigenthümlichen Arome verdanken. Sie finden sich in größter Menge in den Weinen des Südens, während die Geruchstoffe der nördlichen Weine hauptsächlich als Producte der Gährung und Aetherbildung zu betrachten sind. Wenn sich die ersteren gleichfalls erst im Weine zu entwickeln scheinen, so rührt dies nur daher, weil ihr Geruch durch den vorherrschenden Geruch des Oenanthäthers im jungen Weine verdeckt wird.

Das Bouquet.

Im gewöhnlichen Leben bezeichnet man den besondern Geruch, durch welchen sich jede Weinsorte auszeichnet, mit dem Namen **Bouquet** oder **Blume,** er mag von einem ätherischen Oel der Traube oder einem Product der Gährung herrühren.

Der Geruch des Weins ist nicht zu verwechseln mit der **Gähre** (sève) oder dem Geschmack des Weines, welcher außer den Riechstoffen auch auf der Menge des Alkohols beruht. Der Werth des Weines richtet sich fast ausschließlich nach seinem Arom.

Man hat das Bouquet künstlich nachzuahmen gesucht durch Zusatz von Himbeeren, Quittenschalen, schwarzen Johannisbeeren, Veilchenwurz, Rosenblättern, Wollblumen, Lindenblüten, wilden Weinblüten ꝛc. zum Most — von Salpeter-, Essig- oder Buttersäureäther, Fermentöl von Tausendguldenkraut u. s. w. zum Wein. Hollunderblüten, die Blätter der Sumpfspierstaunde (Spiraea Ulmaria) und Scharlachkraut (Salvia sclarea) vor der Gährung zugesetzt ertheilen dem Wein einen Muscatellergeruch.

In späteren Jahren nimmt der Wein allmälig jenen eigenthümlichen Geruch an, welcher unter dem Namen **Firne** oder **Spaniol** bekannt ist. Es scheint durch die Einwirkung der freien Säure auf die Extractivstoffe des Weins zu entstehen. Wenn man jungen Wein an der Luft bis auf einen kleinen Rückstand verdunsten läßt und hebt ihn dann in einem verschlossenen Gefäße auf, so entwickelt er in Kurzem einen Geruch wie der älteste Wein. Die Wärme beschleunigt diese Wirkung noch weit mehr. Der Geruch entwickelt sich daher besonders stark durch die Röstung säuerlicher Früchte, wie Pflaumen u. dgl., sowie durch das Einkochen des Mostes, und findet sich demnach am meisten in verschiedenen spanischen und portugiesischen Weinen, wie Malaga und Madeira, welche mit eingekochtem Moste versetzt werden, daher auch der Name Spaniol.

Wirkung des Faßholzes auf den Wein.

Während des Lagerns zieht der Wein eine bemerkbare Quantität von den Bestandtheilen des Faßholzes aus. Die Fässer dürfen daher nicht von Tannenholz sein, welches dem Wein einen fremdartigen Geschmack ertheilen würde, sondern von Eichenholz, woraus er nur gerbsäurehaltige Theile aufnimmt, die ihm ohnehin schon eigenthümlich sind. Der Extractivstoff des Holzes, zum Theil aber auch der Sauerstoff der Luft färbt den durch die Gährung entfärbten Wein allmälig wieder gelb.

Das Zehren und Auffüllen des Weins.

Der leere Raum, welcher durch das Verbunsten oder **Zehren** des Weins im Faß entsteht, gestattet der Luft so ungehinderten Zutritt, daß derselbe dem Weine nachtheilig wird, das Faß muß daher durch **Auffüllen** von Wein derselben Art spundvoll erhalten werden.

Ob der Wein durch das Alter stärker wird.

Das Holz wirkt nicht wie Thierblase entwässernd auf den Wein. So wie diese das Wasser, so zieht das Holz den Weingeist stärker an. Der Branntwein wird in kurzer Zeit durch das Liegen im Fasse sehr geschwächt, der Wein, als ein sehr verdünnter Weingeist läßt Wasser und Weingeist zusammen verdunsten. Er wird daher durch das Alter nicht reicher an Weingeist, wohl aber in soferne stärker, als beim Verbunsten wenig Oenanthäther mit fortgeht, weil er noch weniger flüchtig ist als Wasser, der Wein wird daher mit der Zeit reicher an Oenanthäther, welcher sehr berauschend wirkt.

Mit dem Alter nimmt der Säuregehalt zu.

Bei der Verdunstung des Wassers und Weingeistes scheidet sich zwar eine entsprechende Menge 2fach weinsaures Kali aus, aber die freie Weinsäure bleibt in Auflösung und vermehrt mit der Zeit nicht nur durch ihre eigene Anhäufung den sauren Geschmack, sondern auch dadurch, daß Weinsäurelösung bei einem gewissen Grade der Sättigung [1]) auf den bereits abgeschiedenen Weinstein auflösend wirkt.

Die Entsäuerung des Weins.

Man hat daher die Säure wenigstens zum Theil durch Sättigung abgestumpft. Dies kann jedoch fast nie ohne nachtheilige Wirkung auf den Geschmack des Weines geschehen. Am häufigsten wird die Kreide dazu benützt, allein sie ertheilt dem Wein nicht blos einen eigenthümlichen (bituminösen) Geschmack, sondern sie fällt auch von der Weinsäure nur so viel, als zu Neutralsalz verwendet wird, welches fast unauflöslich ist, während das saure Salz (in 140 Th. Wasser) auflöslich ist und ebenfalls einen sauren Geschmack hat:

$$CaO + \overline{T} = CaO, \overline{T}.$$
$$2CaO + 3\overline{T} = CaO, \overline{T} + CaO, 2\overline{T}.$$
$$CaO + 2\overline{T} = CaO, 2\overline{T}.$$

Durch einen größeren Zusatz von Kreide als zur Bildung von 2fach weinsaurem Kalk genügt, wird aber zugleich dem aufgelösten Weinstein ($KO, 2\overline{T}$) 1 Atom Weinsäure entzogen und dadurch neutrales weinsaures Kali gebildet, welches dem Wein einen bitterlichen Salzgeschmack ertheilt. 2fach weinsaure Magnesia braucht (bei 12° R.) nur 53 Th. Wasser zur Auflösung. Von sämmtlichen Alkalien sind die Neutralsalze und vom Natron auch das saure Salz leicht auflöslich. Das zweifach weinsaure Kali erfordert 200 Th. Wasser zur Auflösung.

Man wendet daher jetzt häufig Pottasche zur Sättigung an, allein es kommt leicht so viel hinzu, daß gleichfalls neutrales weinsaures Kali entsteht. Bestimmt man zuvor den Säuregehalt des Weins, so wird dieser Fehler vermieden und aus dem Wein, der schon an und für sich eine gesättigte Weinsteinauflösung ist, sämmtliche Säure als 2fach weinsaures Kali niedergeschlagen. Allein die Pottasche verändert den Geschmack des Weins durch Einwirkung auf die organischen Theile.

Man wendet daher für werthvolle Weine, die durch das Alter sauer geworden, neutrales weinsaures Kali an, welches ohne allen Einfluß auf organische Bestandtheile sämmtliche Weinsäure als 2fach weinsaures Kali fällt. Enthält aber der Wein andere Säuren z. B., wie der aus nicht völlig reifen Trauben, Citronsäure oder Aepfelsäure, so entziehen diese dem neutralen weinsauren Kali die Hälfte Kali, welches als citron- oder äpfelsaures Kali in Auflösung bleibt und einen salzigen Geschmack erzeugt: $\overline{Ci} + 2KO, \overline{T} = KO, 2\overline{T} + KO, \overline{Ci}$. Nimmt man aber nur 1 Atom neutrales weinsaures Kali auf 1 Atom Citronsäure oder 2 Neutralsalz auf 2 Citronsäure, so entsteht 2fach citronsaures Kali nämlich: $2KO, \overline{T} + 2\overline{Ci} = KO, 2\overline{T} + KO, 2\overline{Ci}$. 2fach citronsaures und äpfelsaures Kali schmecken aber fast eben so sauer wie freie Säuren.

---

1) 100 Th. Wasser lösen ½, ebensoviel gesättigte Weinsäurelösung aber 10 Th. Weinstein auf.

Auch kohlensaurer Kalk eignet sich nicht zur Sättigung der Citron- und Aepfelsäure. Der citronsaure Kalk ist zwar schwer (in 250 Wasser), äpfelsaurer Kalk aber leicht löslich und verursacht also gleichfalls einen Salzgeschmack.

Andere Verbesserungsmethoden sind 1. das **Chaptalisiren** oder der Zusatz von Zucker zum Most, 2. das **Gallisiren** oder der Zusatz von Zucker nebst Wasser, um die Säure zu vermindern, 3. das **Petiotisiren** oder die Vergährung der Trestern mit Zuckerwasser. Bei Nr. 1 wird aber blos der Zucker des Mostes oder der Weingeist des Weines vermehrt und bei Nr. 2 und 3 werden die übrigen Bestandtheile nicht nur nicht vermehrt, sondern (durch Wasserzusatz) sogar noch vermindert.

Die verschiedenen Arten der Traubenweine. Man theilt die Traubenweine nach dem vorwaltenden Bestandtheil in säuerliche, süße, gerbsäurehaltige und mussirende Weine.

Die säuerlichen Weine. Die säuerlichen Weine, wozu die meisten weißen Weine nördlicher Gegenden, wie die Rhein-, Franken- und Moselweine gehören, zeichnen sich aus durch säuerlichen Geschmack und angenehmen Geruch.

Die Weinsäure verhindert in großer Menge die Gährung, mäßigt sie in kleinerer Menge und wirkt dadurch der Essigbildung entgegen. Die säuerlichen Weine zeichnen sich daher durch ihre Haltbarkeit aus und eignen sich zur Versendung unter allen Weinen am besten. Man sucht daher die säurearmen Weine des Südens durch Concentration an Zucker und Säure und durch Zusatz von Weingeist stärker und dadurch haltbar und zur Versendung geeignet zu machen.

Die süßen Weine. Die süßen oder Likörweine, wozu der Malaga, Madeira, Tokayer und die Sectweine gehören, verdanken ihren Zuckergehalt entweder der natürlichen Beschaffenheit des Traubensaftes, oder einer eigenthümlichen Behandlung des Mostes vor und während der Gährung. Die Trauben warmer Gegenden sind schon an und für sich reich an Zucker; zum Theil concentrirt man aber den Traubensaft noch mehr, indem man die Trauben am Stock (**Sect**) oder auf Stroh gelegt (**Strohwein**) einschrumpfen läßt, oder kocht einen Theil des Mostes ein und setzt ihn dem ungekochten zu, da die gekochte Hefe die Gährung nur schwierig bewirkt, gekochte Weine, bisweilen bereitet man den Wein nur aus den reifsten Trauben eines Stockes, **Ausbruch**.

Die geistigen Weine. Die geistigen oder starken Weine, wie die portugiesischen Weine, Portwein, Madeira, einige Sorten Burgunder, zeichnen sich durch einen bedeutenden Alkoholgehalt aus, der ihnen theils von Natur eigen, theils zugesetzt ist, sowohl um sie haltbarer zu machen, als, weil man gewohnt ist, sie von dieser Stärke zu genießen.

Unsere Weine enthalten selten über 10% Weingeist, die besten portugiesischen und spanischen ursprünglich wenig über 12% (S. 398), während letztere nicht selten von einem Gehalte von 26% Weingeist in den Handel kommen. Man läßt sie aber nach dem Versetzen mit Branntwein 3 Jahre liegen, bevor man sie versendet, weil sich dann erst der Branntweingeschmack verloren hat (400).

Die gerbsäurehaltigen Weine. Die gerbsäurehaltigen Weine, wozu die meisten Rothweine, wie der Burgunder, der Bordeaux (Claret), der Ofener und Affenthaler gehören, besitzen einen herben (zusammenziehenden) Geschmack und eine rothe Farbe. Sie werden aus blauen Trauben bereitet. Der Saft der blauen Trauben ist zwar eben so farblos wie der der weißen, aber ihre Hülsen enthalten einen blauen Farbstoff, welcher durch Säure roth wird und nur in weingeisthaltigen Flüssigkeiten auflöslich ist. Man läßt daher den Most so lange über den Hülsen gähren, bis sich so viel Weingeist gebildet hat, daß der Farbstoff ausgezogen wird. Zugleich nimmt der Wein auch die Gerbsäure derselben auf, welche ihm den herben Geschmack ertheilt. Die rothe Farbe ist um so höher, je stärker der Säuregehalt und geht bei den säurearmen Weinen des Südens ins Dunkelviolette.

Bisweilen ertheilt man weißem Wein künstlich eine rothe Färbung, am häufigsten durch Heidelbeeren, seltener durch Hollunderbeeren, Klatschrosen oder Kirschen. Fällt man den rothen Farbstoff als Lackfarbe durch Zusatz von überschüssigem Alaun mit wenig Soda, so zeichnet sich das ächte Weinroth durch einen chocoladebraunen Niederschlag aus, während Blumenblätter (Klatschrosen, Pappeln, Georginen) schwarzgraue, die verschiedenen Früchte aber (Heidelbeeren, Himbeeren, Brombeeren, Kirschen rc.) violette Niederschläge bilden.

Die **mussirenden Weine, Brause- oder Schaumweine** sind kohlensäurehaltige Weine, welche man dadurch erhält, daß man bereits vergohrene und von Hefe befreite Weine durch Zusatz von Zucker von neuem in Gährung versetzt und in gährendem Zustand in starken Flaschen verschließt, so daß sich der Wein mit Kohlensäure übersättigt und dieselbe beim Oeffnen der Flasche unter Aufschäumen entwickelt. Sie wurden anfangs (seit etwa 100 Jahren) ausschließlich, und auch jetzt noch vorzugsweise, in der Champagne in Frankreich erzeugt und werden daher im gewöhnlichen Leben **Champagner** genannt. Doch werden jetzt auch in vielen andern Weinländern, namentlich aus Rhein-, Franken- und Neckarweinen mussirende Weine dargestellt, die dem ächten Champagner im Allgemeinen nicht nachstehen, ohne jedoch gewisse Eigenthümlichkeiten zu besitzen, die jener dem Boden der Champagne verdankt. Die kohlensäurehaltigen Weine.

In der Champagne verwendet man große Sorgfalt auf die Darstellung des Schaumweins. Man preßt sehr reife ausgelesene blaue Trauben, da diese mehr Zucker enthalten als die weißen, mit mäßigem Drucke aus. Der zuerst erhaltene Saft giebt rein weißen Wein; wird der Rückstand stärker gepreßt, so erhält man den halbrothen Champagner. Durch ein drittes und viertes Pressen erhält man einen dunkleren, etwas herben Most, der gewöhnlichen Rothwein giebt. Die Champagner-Fabrication.

Man läßt den Most 1—$1\frac{1}{2}$ Tage in Kufen die Unreinigkeiten absetzen und dann in großen Fässern 24 Stunden lang gähren. Nach Beendigung der Hauptgährung wird er auf andere Fässer gezogen und leicht verspundet.

Die folgende Behandlung hat zur Aufgabe, den Wein hell zu machen, ohne ihm das zur Nachgährung durchaus nöthige Ferment zu entziehen, nach Vollendung der Nachgährung aber auch den letzten Rest der Hefe unbeschadet der Kohlensäure zu entfernen. Der junge Wein wird daher nach einigen Monaten ein- oder zweimal mit Hausenblase geschönt (S. 332).

Der helle Wein wird hierauf durch Zusatz (von 3—5%) einer Auflösung von gleichen Theilen Candiszucker in Wein, **Likör**, versetzt, in Flaschen gefüllt, verstopft uud in einen warmen Raum von 16° R. gebracht, um ihn von neuem in Gährung zu versetzen.

Diese Gährung dauert sechs Monate, kann aber beträchtlich abgekürzt werden, wenn man den Rohrzucker zum Theil durch Krümelzucker ersetzt, jedoch nur bis auf die zur Versüßung des Weines nöthige Menge des ersteren, weil der Krümelzucker zwar weit rascher vergährt, aber wenig süßt.

Die Gährung kündigt sich durch die Abscheidung neuer Hefe und das unvermeidliche Springen der schwächeren Flaschen an. Seitdem man aber gelernt hat, Flaschen zu machen, welche einen Druck von 25 Atmosphären aushalten, hat sich der frühere Verlust von 30—40% auf 5—8% ermäßigt. Man prüft die Flaschen zuvor durch Einpressen von Wasser mittelst einer Druckpumpe. Dadurch zerbrechen alle Flaschen, welche zu schwach sind und ersparen den Verlust des Weins.

Hat sich die Hefe abgesetzt, so bringt man die Flaschen in den Keller und steckt sie, mit dem Kopf abwärts, auf Bretter. Nach einiger Ruhe und Verkühlung, also nach ermäßigter Gährung und Druck wird der Kork vorsichtig aber nur wenig geöffnet, das **Degorgiren**, um den Verlust von Kohlensäure und Wein möglichst zu vermindern. Die Kohlensäure schleudert den Bodensatz nebst etwas Wein heraus. Zur Verhütung einer Abscheidung von Hefe beim Transport und in der Hand des Consumenten ist die Wiederholung des Zuckerzusatzes und Degorgirens nothwendig. Nach jedem Degorgement wird mit hellem Weine aufgefüllt und auch bisweilen etwas Branntwein zugesetzt.

Die durch fortgesetzte Gährung erzeugte Kohlensäure ist eines Theils nothwendig, um allen aufgelösten Fermentstoff niederzuschlagen, da derselbe aus Mangel an Sauerstoff nicht in wirkliche Hefe übergehen kann; anderntheils wird sie durch ihren eigenen Druck in den Wein gepreßt, so daß er 6—7 Volume davon enthält.

Die ganze Behandlung dauert $1^1/_2$—2 Jahre.

Unvollkommenheit und Kostspieligkeit der Champagnerfabrication.

Obgleich die Materialien zum Schaumwein keinen großen Werth haben, so ist doch die Darstellungsweise desselben mit solchen Kosten und Schwierigkeiten verbunden, daß er noch immer zu den theuersten Luxusartikeln gehört. Diese Uebelstände bestehen wesentlich in folgenden Punkten:

1. Außer den vielen anderen Arbeiten und dem nie ganz zu vermeidenden Springen der Flaschen hängt der hohe Preis des Schaumweins hauptsächlich ab von der zeitraubenden und schwierigen Arbeit des 2—3maligen Degorgirens der einzelnen Flaschen.

2. Der Erfolg dieser Operation ist ganz von der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit des Arbeiters abhängig und mißlingt oft dem Geübtesten.

3. Man hat keine äußeren Zeichen von den Fortschritten der Gährung. Degorgirt man zu bald, so ist der Wein nicht mit Kohlensäure gesättigt und nicht ausgehellt, so daß man schönen muß, geschieht dies zu spät, so springen die Flaschen.

Eine wohlfeilere Methode derselben.

Man hat daher, um diesen Uebelständen auszuweichen, folgende Methode vorgeschlagen:

Man benützt zur Gährung ein großes Gefäß aus glasirtem Eisenblech von mehreren Eimern Inhalt. Die Hefe lagert sich in einem nach unten gehenden Halse ab und wird durch einen Hahn abgelassen. Das Weingefäß ist mit einem Manometer (Luftdichtigkeitsmesser) versehen und steht mit einem 10mal so großen Gefäße, dem Gazostateur in Verbindung. Letzterer ist mit Luft oder besser mit Kohlensäure gefüllt von gleichem Drucke wie die Kohlensäure im Schaumwein beim Beginne des Abziehens. Durch den Manometer beobachtet man den Druck im Weingefäß und im Gazostateur. Letzterer dient dazu, um die Abnahme des Druckes im Weingefäße zu ersetzen, welche mit der allmäligen Entleerung desselben eintreten würde, und eine verhältnißmäßige Verminderung des Kohlensäuregehaltes des Weins zur Folge hätte.

Das Verfahren gestattet eine genaue Beobachtung der Gährung und erspart das 2- oder 3malige flaschenweise Degorgiren durch ein einziges Ablassen der Hefe.

Welche Weine sich zur Darstellung von Schaumweinen eignen.

Die erforderliche Menge Kohlensäure wird durch eine kräftige Nachgährung entwickelt. Einer solchen ist aber ein mehr als mittlerer Weingeistgehalt nachtheilig. Die Fabrication des Schaumweines setzt daher einen leichten, dabei aber weder sauren, noch herben Wein von lieblichen Geschmack voraus. Der Rheinwein ist in der Regel zu schwer, und den andern deutschen Weinen gebricht es an Zartheit. Am besten eignen sich dazu Moselweine und die einiger Gegenden von Württemberg (Eßlingen). Da leichte Weine häufig sauer sind, so kann man sie zuvor entsäuren (S. 401). Man nimmt bei uns gewöhnlich 1—2 Jahre alte Weine.

Künstlicher Schaumwein.

In wenig Minuten erhält man einen sogenannten **künstlichen Schaumwein** mittelst des Gasapparates von Liebig (S. 47), oder indem man eine Flasche Wein mit etwas Zucker (2 Loth), 2fach kohlensaures Kali (1 Quint) und Weinsäure ($^3/_4$ Q.) versetzt und schnell verkorkt. Die Kohlensäure wird frei und 2fach weinsaures Kali fällt zu Boden.

Der künstliche Schaumwein schäumt jedoch beim Entkorken der Flasche nicht nachhaltig, sondern die Kohlensäure entweicht plötzlich. Es fehlt ihm das eigentliche Aroma des durch Gährung erzeugten Schaumweines, welches sich durch Einwirkung der Kohlensäure auf die Bestandtheile des Weins zu bilden scheint, auch wird er nach einiger Zeit trüb durch die Ausscheidung von Fermentstoff und eignet sich daher nicht zur Aufbewahrung.

Die Obstweine werden wegen der hohen Besteuerung des Weins am häufigsten in England, besonders auf dem Lande, bereitet. Man erhält sie wie die Traubenweine durch Zerquetschen und Pressen der Früchte. Manche bilden nach dem Zerquetschen so dickflüssige Massen, daß sie sich erst nach der Gährung pressen lassen. Sie enthalten nämlich viel Pektose, welche durch die Einwirkung der Säure allmälig in auflösliches Pektin übergeht (S. 251). Obstwein.

Diese Weine unterscheiden sich vom Traubenwein durch ihre eigenthümlichen Arome, welche besonders beim Verdampfen und noch stärker auf Zusatz von etwas concentrirter Schwefelsäure hervortreten. Sie sind leichter (ärmer an Weingeist) und deshalb weniger (höchstens 3—4 Jahre) haltbar. Sie enthalten (etwa den Maulbeerwein ausgenommen) Aepfelsäure und Citronsäure statt Weinsäure, und sind daher auch saurer, weil sich das 2fach weinsaure Kali des Traubenweins nach der Gährung aus der geistigen Flüssigkeit abscheidet, während äpfelsaure und citronensaure Salze gelöst bleiben. Die besseren Obstmöste enthalten 6—12% Zucker, aber neben diesem mehr fremde Bestandtheile als der Traubensaft, so daß letzterer bei gleichem spec. Gewicht zuckerreicher ist.

Der Weingeistgehalt, und damit die Haltbarkeit, läßt sich erhöhen durch Zusatz von Rohr- oder Traubenzucker, oder, wenn nicht zu viel Säure vorhanden ist, wie beim Birnsaft, indem man einen Theil Most auf $^1/_3$ abdampft und die Hälfte seines Volums frischen Saft zur Einleitung der Gährung zusetzt. Häufig verstärkt man die künstlichen Weine durch Zusatz von Rum oder Franzbranntwein gegen das Ende der Gährung und bewahrt sie dann zur Veredlung in Flaschen. Die Säure läßt sich ohne Nachtheil für den Geschmack nicht abstumpfen (S. 401), wohl aber dadurch vermindern, daß man den Saft mit Wasser verdünnt und dann mit einer verhältnißmäßig größeren Menge Zucker versetzt. Mehrere, namentlich Aepfel- und Birnwein werden zu Schaumwein benützt.

Der Aepfelwein oder Cider wird in Frankreich vorzüglich in der Normandie und Picardie, in Deutschland in Baden, Darmstadt und Württemberg erzeugt, gewöhnlich aus geringen Aepfelsorten; ist daher in der Regel leicht (selten über 5% Alkohol) und sauer. Bessere Sorten, wie die Borsdorfer liefern ein dem Traubenwein ähnliches Product. Er hat ein größeres specifisches Gewicht als dieser und enthält, wenn er nicht auf weinsteinhaltigen Fässern lagerte, kein 2fach weinsaures Kali, aber Aepfelsäure, freie Milchsäure, eine beträchtliche Menge milchsauren Kalk, Weingeist und Pflanzenschleim (Pektin, S. 251), von letzterem um so mehr, je jünger er ist; bei Anwendung unreifer Aepfel enthält die Hefe Stärkmehl und wird daher durch Jod gebläut.

Der Birnwein wird bei uns nur in sehr obstreichen Jahren und aus den geringsten Birnsorten bereitet. Er hat unter allen Obstweinen die schwächste Concentration, enthält aber wenig Säure, sondern fast nur Zucker. Für sich giebt er einen geringen Wein und wird bald sauer, man versetzt ihn daher häufig mit Zucker. In Frankreich, England und einigen andern Orten, wo der Birnbaum gut gedeiht und der Wein mit gehörigem Fleiß und Geschicklichkeit behandelt wird, erhält man ein den Aepfelwein oft übertreffendes Product von vorzüglichem Arom und ganz besonders zu Schaumwein geeignet.

Die übrigen Obstweine dienen mehr wegen ihrer eigenthümlichen Arome als Luxusweine und werden daher fast immer stark mit Zucker versetzt. Die

bekanntesten sind der Johannisbeeren- und Stachelbeerwein (letzterer besonders in England als Schaumwein) weniger der Quitten-, Erdbeeren-, Himbeeren- und Kirschenwein u. s. w.

Der unangenehme (wanzenartige) Geruch der schwarzen Johannisbeeren verwandelt sich nach einigen Jahren in ein sehr angenehmes Aroma, welches durch Kochen der Beeren noch verfeinert werden soll. Die weißen Johannisbeeren entwickeln ein anderes, aber gleichfalls sehr feines Arom. Manche Arome, wie das der Erdbeeren, Himbeeren und Quitten verflüchtigen sich leicht bei der Gährung, sie werden daher häufig anderen Weinen gegen das Ende der Gährung zugesetzt.

Honigwein. Der **Honigwein** oder **Meth** wird besonders in Ländern dargestellt, welche beträchtliche Bienenzucht, aber keinen Wein haben, wie Galizien, Polen, Posen und Westpreußen, die besseren Sorten aus gereinigtem (d. h. mit Wasser gekochtem und abgeschäumtem) Honig, die geringeren aus Honigabfällen, durch Vergähren mit Wasser und Hefe oder Malzschrot. Er hat einen angenehm bitterlich süßen Geschmack, anfangs mit dem Aroma des Honigs, welches sich aber durch das Alter dem des spanischen Weines nähert.

Der aus reinem Honig ist weiß, der aus geringem Honig bräunlich, weniger süß und mehr herb, aber auch dauerhafter. Der starke (aus gleichen Theilen Honig und Wasser) wird langsam (in 1 Jahre) hell, hält sich aber auch 10 Jahre und länger, der schwache wird leicht sauer und muß in wenig Monaten oder Wochen verbraucht werden. Die Klärung wird durch Schönen beschleunigt. Bisweilen werden noch Gewürze, meistens Hopfen ($1^1/_2$% des Honigs), seltner Ingwer, Nelken, Calmus, Alant u. dgl. zugesetzt. Der beste Meth ist der ungarische.

Künstliche Weine. **Künstliche Weine** heißen jene, welche man durch Versetzen von Zuckerauflösung oder geringen Weinen mit Branntwein, Citronensaft und aromatischen Substanzen, nämlich verschiedenen Gewürzen, wohlriechenden Blüten oder Fruchtsäften, Rosiren u. dgl. erhält, zum Theil in der Absicht, um werthvolle Traubenweinsorten damit nachzuahmen. Die nachgemachten Weine werden theils unter dem Namen von Kunstproducten verkauft, sehr häufig jedoch auch fälschlich für die ächten Weine ausgegeben. Die Zuckerauflösungen werden mit schwach ausgewaschener Bierhefe, oder, um den Biergeschmack ganz zu vermeiden, mit Weinhefe zur Gährung gebracht.

Es gehört hieher der **Birkenwein**, welchen man besonders in nördlichen Gegenden als Schaumwein aus Birkensaft bereitet, dem man noch mehr Zucker, etwas Citronensaft und Hefe zusetzt; ferner der **Schlüsselblumen-**, **Hollunder-** und **Pomeranzenblütenwein**, der künstliche **Malaga** und **Madeira** aus Trauben- oder Aepfelwein mit Honig und Branntwein, Hopfen- und Hollunderblüten, Nelken-, Muscat- und Pomeranzenblüten &c.; künstlicher **Rheinwein** aus Stachelbeeren mit Syrup; künstlicher **Medoc** aus Brombeeren und Heidelbeeren (erstere wegen des herben Geschmackes, letztere wegen des Aromas, das sie mit der Zeit entwickeln) und Syrup.

Gewürzwein. Mit den künstlichen Weinen sind nicht zu verwechseln die **Gewürzweine**, welche man erhält, wenn man nach der Gährung verschiedene Gewürze (Samen, Wurzeln, Blätter, Schalen &c.) in einem leinenen Säckchen in den Wein hängt, um dem Weine das Aroma, den Geschmack, oder die arzneiliche Wirkung der angewendeten Substanz zu ertheilen.

Alte und junge Weine. Früher schätzte man die Güte des Weins nach dem Alter. Alte Weine werden durch die Anhäufung des Oenanthäthers (S. 401) allmälig so stark, daß sie in ihrer Wirkung mehr den Likören gleichen, und die Annehmlichkeit zarter, nicht sehr starker Weine verschwindet durch den Firnegeschmack oft schon nach einigen Jahren ganz. Es wird gegenwärtig mehr das Aroma, als die berauschende Wirkung des Weines gesucht und geschätzt, und während man denselben früher häufig über 100 Jahre alt werden ließ, trinkt man ihn jetzt in den ersten 6 Jahren weg.

Uebrigens ist der Begriff vom Alter des Weins im Süden von dem unsrigen abweichend. So sind in Südfrankreich, Spanien und Italien über 1 Jahr alte Weine alt, über $^1/_4$ Jahr alte mittelalt und einige Monate alte jung. Im zweiten Jahre fangen solche Südweine an, von ihrer Güte zu verlieren, was zum Theil mit ihrer Zusammensetzung (S. 402), zum Theil mit der mangelhaften Behandlung (versäumtes Ablassen, Aufbewahrung in schlechten Kellern rc.) zusammenhängt. Die starken werden bitterlich und scharf, die schwachen säuerlich. Bei uns heißt ein Wein in den ersten 6 Jahren jung, dann mittelalt u. s. w.

Prüfung des Weins auf Weingeist- und Säuregehalt.

Bei der Prüfung des Weins für praktische Zwecke, begnügt man sich in der Regel, den Procentgehalt seiner beiden Hauptbestandtheile,* nämlich des Alkohols und der Säure zu bestimmen.

* Der Alkoholgehalt des Weins läßt sich nicht direct nach dem specifischen Gewichte bestimmen. Der Alkohol ist leichter als Wasser und vermindert daher dessen specifisches Gewicht, aber der Extractgehalt (der Inbegriff der festen Bestandtheile) erhöht das specifische Gewicht und die Verminderung desselben durch den Alkohol wird durch das Extract theilweise oder ganz wieder aufgehoben. Man destillirt daher den Wein, bestimmt das absolute und specifische Gewicht des Destillats, berechnet den Alkoholgehalt vom Gewichte des Destillats auf das ganze Gewicht des Weins und sucht danach auf der am Schlusse angehängten Tafel die Alkoholprocente. Vor der Destillation muß aber die Essigsäure durch Kreide neutralisirt werden.

Fast eben so genau, aber leichter ausführbar ist die Alkoholbestimmung durch bloses Abdampfen statt der Destillation. Man bestimmt das specifische Gewicht des Weins, dampft hierauf 100 Volumtheile davon etwas über die Hälfte ab, ergänzt nach dem Erkalten genau bis zum halben Volum, bestimmt auch von dieser Flüssigkeit das specifische Gewicht und dividirt es durch 2. Addirt man nun zum specifischen Gewicht des rohen Weins 1,0 und zieht von der Summe das specifische Gewicht des gekochten ab, so hat man das specifische Gewicht eines Weingeistes, welcher so viel Alkohol enthält als der Wein und sucht nach demselben den Procentgehalt auf der Alkoholtafel.

Zur Bestimmung der Säure erhält man ein nahezu richtiges Resultat, wenn man mit dem Acetimeter wie bei der Prüfung des Essigs auf Essigsäuregehalt, verfährt. Weil aber hier nicht Essigsäure, sondern hauptsächlich Weinsäure vorhanden ist, so berechnet man die gefundene Zahl auf Weinsäure. Das Atomgewicht der Essigsäure = 51 verhält sich zu dem der Weinsäure = 132 wie die gefundene Zahl zu x.

Die Krankheiten der Weine.

Durch die verschiedenen Fehler bei der Behandlung und Aufbewahrung des Weins entstehen Mißverhältnisse zwischen den Bestandtheilen desselben und aus diesen mancherlei Zersetzungen oder Krankheiten. Die Hauptursache derselben ist die unvollkommene Entfernung des Fermentstoffes, und die Entschleimungsmethode ein allgemeiner Schutz gegen dieselben. Die wichtigsten sind folgende:

1. Das Zähe-, Dick- oder Langwerden. Der Wein wird schleimig, dickflüssig wie Oel und fadenziehend wie Eibischschleim. Es tritt besonders in warmen Kellern, namentlich bei gerbsäurearmen, daher mehr bei weißen als bei rothen Weinen ein, besonders bei solchen, die zu früh auf Flaschen kommen, deshalb auch sehr häufig bei Schaumweinen, weil die Luft zu wenig Zutritt hat. Der Pflanzenleim verwandelt sich unter gewissen, noch unbekannten Bedingungen in Schleim, welcher die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Weins einhüllt; er schmeckt daher fade.

Das Uebel dauert bisweilen mehrere Jahre, verliert sich bei kräftigen Weinen meist von selbst wieder, während geringe leicht dabei abfallen. Durch starkes Rütteln an der Luft verschwindet die Zähigkeit oft plötzlich, ebenso, wenn man durch Zuckerzusatz eine neue Gährung einleitet. Das einfachste Mittel ist jedoch die Gerbsäure (Auszüge aus Traubenkernen, Galläpfeln, Eichenrinde, Saft von Vogelbeeren u. dgl.) mit nachfolgendem Schönen.

Aus ähnlicher Veranlassung entsteht das **Schmer**, aber nicht blos bei weißen, sondern auch häufig bei rothen Weinen und besteht in einer Trübung, welche dem rothen Weine seine Farbe nimmt und nicht durch bloses Schönen, wohl aber durch Gerbsäure zu beseitigen ist.

2. Das Sauerwerden besteht in dem Uebergange des Weingeistes in Essigsäure. Es tritt ebensowohl bei weingeistarmen, als bei gehaltreichen, aber weinsäurearmen Weinen ein und wird begünstigt durch die Gegenwart von Hefe, wenn dieselbe durch Erschütterung oder Temperaturwechsel in Bewegung gerathet; durch Luftzutritt bei schlechter Verspundung und vernachläßigtem Vollhalten der Fässer; durch hohe Temperatur des Kellers bei der Gährung und Aufbewahrung des Weins, durch warme Witterung und Jahreszeit, Transport bei warmem Wetter und durch elektrische Ströme bei starken Gewittern.

Die Essigsäure läßt sich durch Neutralisation nicht beseitigen. Die essigsauren Salze sind sämmtlich leicht auflöslich und die sauren haben einen sauren, die neutralen aber einen Salzgeschmack. Es bleibt meist kein anderes Mittel übrig, als der weiteren Essigbildung vorzubeugen, oder den bereits vorhandenen Säuregeschmack zu verbergen.

Ist die Säurebildung noch im Beginn — blos ein **Essigstich** vorhanden, so genügt ein Zusatz von eingekochtem Most, Zucker oder Honig, oder, wenn Fermentstoff die Veranlassung zum Sauerwerden giebt, das Abziehen auf ein geschwefeltes Faß. Wird auf solche Weise die Essigbildung abgeschnitten und für einen gehörigen Gehalt an Weingeist und Weinsäure gesorgt, so bildet die vorhandene Essigsäure unter Vermittlung der Weinsäure allmälig Essigäther, welcher keinen sauren, sondern einen gewürzhaften Geschmack und Geruch besitzt und daher nur das Aroma des Weines erhöht.

Bei weiterer Ausbildung der Säure wird der Wein mit einer stärkeren Sorte gemischt, auf Flaschen gezogen und bald verbraucht. Bei höheren Graden der Säuerung bleibt auch dieses Mittel ohne Erfolg und der Wein nur noch zur Essiggewinnung brauchbar.

Man hat zur Entziehung der Essigsäure die Kohle empfohlen, allein sie nimmt zugleich das Aroma des Weins mit hinweg.

3. Das Kahnigwerden. Der Kahn besteht in einer Schimmelpflanze, welche eine weiße Haut auf der Oberfläche weingeistarmer Weine durch zurückgebliebenen Pflanzenleim bildet in mangelhaft aufgefüllten und schlecht verspundeten Fässern, besonders in warmen Kellern. Er ist der Vorbote des Sauerwerdens. Man entfernt den Kahn, indem man so lange Wein durch eine Röhre in's Faß gießt bis er den Kahn zum Spunde heraustreibt. Ist er schon im Weine zertheilt, so seiht man diesen durch ein Tuch und verbraucht ihn bald oder zieht ihn auf ein geschwefeltes Faß.

4. Unter dem Abstehen oder Umschlagen versteht man nicht blos das Verschwinden des Weingeistes, sondern auch der Weinsäure. Beide Zersetzungen entstehen bei älteren Weinen, sind aber noch nicht erklärt. Man verhütet die erstere durch Auffüllen mit jüngerem Wein von den besten Sorten, bei letzterer wird Weinsäure zugesetzt. Aus dem Glycerin des Weins entsteht etwas Propionsäure oder Butteressigsäure. Die Weinsteinkrusten verschwinden und der Kaligehalt nimmt zu.

5. Das Brechen der Farbe tritt bei alten Rothweinen auf, indem die Farbe durch die Einwirkung der Weinsäure oder durch warme Keller mit der Zeit bräunlich wird. Es ist eine Zerstörung des Farbstoffes, die man nur in letzterem Falle durch ein kühleres Lager hemmen kann.

6. Das Bitterwerden scheint in der Bildung von Citronsäureäther zu bestehen und kommt besonders bei französischen Weinen vor. Der Citronäther schmeckt sehr bitter und setzt sich in Wasser zu Boden. Das Uebel verschwindet auch oft von selbst durch Absatz und kommt durch Aufrühren des letzteren wieder zum Vorschein. Man begegnet ihm durch Schwefeln und

Schönen, um den Absatz zu bewirken, und durch Zusatz junger Hefe und junger Weine, indem sich wahrscheinlich der Aether in ähnlicher Weise wie der Weinsäureäther durch die freie Oenanthsäure derselben zu zersetzen scheint.

7. Das Faulen. Der Wein verwandelt sich in eine schwärzliche übelriechende Flüssigkeit. Es sind nur gewisse Jahrgänge, Lagen und Traubensorten dazu geneigt, bei Mangel an Weingeist und Weinsäure und Vorwalten des Fermentstoffes. Der Wein wird dadurch völlig unbrauchbar; das Uebel kann jedoch durch starkes Schwefeln und Schönen mit nachherigem Zusatze von starkem Weingeist oder nöthigenfalls von Weinsäure gehemmt werden.

8. Der Erd- und Düngergeschmack. Der Erdgeschmack rührt von gewissen Mischungsverhältnissen des Bodens, z. B. von Sumpferde her, haftet dem Wein hartnäckig an und wird nur durch Entschleimung des Mostes gründlich beseitigt; beim Wein durch wiederholte Schönung, jedoch nur unvollkommen und oft gar nicht.

Der Düngergeschmack von dem eigenthümlichen Geruche gewisser Düngerarten oder von dem starken Ammoniakgehalte derselben und in letzterem Falle **Böckser** genannt, verliert sich langsam, aber von selbst, durch Ablagerung.

9. Der Kammgeschmack entsteht, wenn der Most lange auf den Traubenkämmen bleibt (S. 398). Er beruht der Hauptsache nach auf Uebermaaß an Gerbsäure, dem sich aber der rohe Geschmack der grünen Pflanzentheile beigesellt. Er ist schwierig zu entfernen, durch starkes und wiederholtes Schönen, verliert sich aber mit den Jahren gewöhnlich von selbst, durch Ablagerung.

10. Der Faßgeschmack, Faßgeruch und Schimmelgeruch entstehen von altem, anbrüchigem Daubholz, oder wenn die Fässer in dumpfigen Kellern schimmlig werden. Filtriren durch Kohle oder Schütteln mit fettem Oel nimmt zwar den fremden Geruch, zugleich aber auch einen Theil des Weinaromas weg. Ist das Uebel gering, so genügt es, den Wein auf ein neues Faß abzuziehen und gut zu schwefeln oder ihn auf gute Weinhefe zu bringen. Feine Weine werden geschönt. Der Schimmelgeruch in leeren Fässern wird am besten durch Wasserdampf zerstört.

Man hat noch viele andere Mittel empfohlen, um den Wein von solchen fremdartigen Gerüchen zu befreien, aber sie beruhen alle auf Absorption durch poröse Körper oder durch den Oelgehalt wie bei Pfirsichkernen, oder auf Verdeckung des Geruches mit riechenden Substanzen, wie Veilwurz, Salbei oder Lorbeeren.

Das Entschleimen des Mostes ist, wie bereits angegeben wurde, besonders bei leichten, vielen Hefenstoff enthaltenden Weinen als Vorbauungsmittel für die meisten Krankheiten von größter Wichtigkeit. Man füllt ein geschwefeltes Faß zur Hälfte mit dem süßen Most, schwefelt ihn gleichfalls und füllt dann das Faß vollends mit ungeschwefelten Most. Dadurch wird die Gährung unterdrückt, der Most klärt sich bald (in 3 Tagen) vollständig und wird dann abgelassen. Tritt die Gährung wegen zu starken Schwefelns nicht sogleich ein, so befördert man dieselbe durch Zusatz von etwas gährendem oder erwärmtem Most. Soll der Wein roth werden, so übergießt man die Trestern mit Weingeist, bis der Most entschleimt ist, und bringt dann den entschleimten Most auf die Trestern zurück.

Durch das Entschleimen werden die Stickstoffsubstanzen, welche sich bereits vor der Gährung niedergeschlagen haben, entfernt. Was noch davon aufgelöst ist, wird daher durch den Sauerstoff der Luft um so vollkommener Nutzen des Entschleimens.

oxydirt und abgeschieden. Der Wein ist dadurch weniger dem Zähe-, Trüb- und Stichigwerden unterworfen und wird beim Abzapfen nicht kahnig. Die Gährung erfolgt langsamer, es geht dabei weniger an Bouquet und Weingeist verloren. Die Weine werden also durch das Entschleimen nicht blos haltbarer, sondern auch feiner. Zugleich werden durch die Hefe verschiedene übelriechende Bestandtheile und viel Extractivstoff niedergeschlagen, welche ihr der Weingeist allmälig wieder entzieht. Der Extractivstoff veranlaßt aber den Firnegeschmack (S. 400), die Farbe des Weins bleibt daher nach dem Entschleimen blaß und der Geschmack länger jung.

Gefrorner Wein. Der Wein gefriert, wenn er 10—12% Alkohol enthält, bei 6—7° R., indem sich 8—12% Eis abscheiden und nimmt dabei etwas (um ½%) an Alkoholgehalt zu. Ein großer Theil des Alkohols bleibt im Eise. Zugleich trübt sich der Wein bei niedrigen Temperaturen, schon ehe er 0° erreicht, der Niederschlag nimmt mit der Abnahme der Temperatur zu und besteht aus 2fach weinsaurem Kali, Farbstoff und Stickstoffsubstanzen. Er wird daher durch's Gefrieren nicht blos stärker, sondern auch haltbarer; ein Abfall an der Quantität von 7—10% entspricht einer Zunahme des Werthes von 15—20%. Das Gefrieren eignet sich vorzüglich für Mittelweine ersten Gewächses in schlechten Jahren. Man setzt ihn gewöhnlich 6—8 mal 24 Stunden einer Kälte von 7, oder halb so lang einer von — 12° aus.

Bier.

Man versteht unter Bier einen unvollständig vergohrenen, mit Hopfen versetzten Malzauszug. Das Malz erhält man durch das Keimen der verschiedenen Getreidesamen. Man braut jedoch in der Regel nur **Gersten-**, seltener **Weizenbier.** Wenn auch jetzt zuweilen reines Stärkmehl statt Malz zur Bierbereitung benützt wird, so kann dies doch nie ohne beträchtlichen Zusatz von Malz geschehen.

Das Gerstenbier ist entweder **Weißbier** oder **Braunbier.** Das letztere wird am häufigsten gebraut. Man unterscheidet ferner **Winter-** oder **Schenkbier** und **Sommer-** oder **Lagerbier**. Beide werden in Bayern nur in der kälteren Jahreszeit, vom October bis April dargestellt. Das Winterbier ist schwächer gebraut, weil es nach kurzer Lagerung sogleich im Winter verschenkt wird, das Sommerbier muß gehaltvoller sein, damit es sich zum Lagern eignet, d. h. sich den ganzen Sommer bis zum Wiederbeginn des Brauens hält, ohne sauer zu werden.

Die Materialien zum Bierbrauen. Die Hauptmaterialien zur Darstellung des Biers sind sonach Gerste, Hopfen und Wasser.

Die Gerste. Die Gerste besteht der Hauptsache nach aus (50%) Stärkmehl, (10%) stickstoffhaltigen Substanzen (größtentheils Kleber mit wenig Eiweiß), etwas Krümelzucker, Dextrin, Holzfaser, sehr wenig phosphorsaurem Kalk und Wasser, wenn sie reif und gesund ist. Sie muß dann in Wasser nicht schwimmen, sondern untersinken, im Innern soll sie weiß und von reinem Geruche sein. Sie keimt um so leichter, je dünner die Hülsen; die Hülsen sind aber um so dünner und die Körner um so größer, je besser das Klima. Sie keimt ferner um so leichter, je jünger sie ist, und nach 2—3 Jahren verlieren viele Körner die Keimkraft. Sie müssen von gleicher Reife, von gleichem Boden und Alter sein, wenn sie gleichmäßig keimen sollen.

Ueber die Brauchbarkeit anderer stärk- und zuckerhaltiger Substanzen zur Biererzeugung. Unter allen Getreidearten eignet sich der Weizen und die Gerste am besten zur Darstellung des Bieres, weil beim Malzen derselben die größte Menge Diastase entsteht und dadurch die vollkommenste Umwandlung des Stärkmehls in Zucker möglich wird. Der Weizen wird jedoch wegen seines hohen Preises als das vorzüglichste Material zur Brodbereitung selten zu Bier verwendet, obgleich sein größeres specifisches Gewicht und größere Ausgiebigkeit den höheren Preis wieder ausgleicht.

Roggen und Haber stehen der Gerste nicht blos in der Zuckerbildung nach, sondern ihre Untauglichkeit zur Biererzeugung liegt hauptsächlich darin, daß sich die daraus erhaltenen Würzen schwierig klären und daher leicht sauer werden. Dabei ist die Würze des Roggens sehr schleimig und fließt langsam ab. Das Roggenbier aber hat einen unangenehmen, saurem Schwarzbrod ähnlichen Geschmack. Das Habergebräue hellt sich auch als Bier sehr langsam aus und das Haberbier ist zwar etwas billiger, aber nicht so wohlschmeckend als Gerstenbier.

Mais und Reis liefern ausgezeichnete Biere und werden auch in den Gegenden, wo sie gebaut werden und billig genug sind, wie der Mais in Nordamerica und der Reis in Indien, dazu verwendet.

Ohne Getreide erhält man kein wirkliches Bier, weil nur seine Bestandtheile beim Brauen jenen eigenthümlichen Geschmack entwickeln, welcher nebst dem Hopfenaroma, eine gegohrene Flüssigkeit zum Biere macht. Rohzucker, Melasse und Kartoffelstärkmehl liefern zwar Weingeist, aber kein Bier, und können daher nur mit starken Zusätzen von Getreide zur Bierbereitung verwendet werden, obgleich die daraus erhaltenen gegohrenen Flüssigkeiten haltbarer sind, weil sie weniger Stickstoffsubstanz enthalten, wenn dem Wohlgeschmack und der Zuckerbildung kein merklicher Abbruch geschehen soll.

Der Ertrag einer Bodenfläche ist an Kartoffeln 2—3 mal so groß als an Gerste, wenn man beide zu Bier verwenden würde, allein sowohl die gekochten als die rohen Kartoffeln liefern ein sehr übelschmeckendes und leicht sauer werdendes Bier. Das reine Kartoffelstärkmehl oder das von dem übelschmeckendem Safte befreite Mehl der Kartoffeln kann jedoch das Malz zu $1/3$ oder $1/2$ ersetzen, ohne daß die Zuckerbildung oder der Geschmack darunter leidet. Vollständiger wird das Stärkmehl der Kartoffeln in Bier verwandelt bei Anwendung des Kartoffelmehls, welches man erhält, wenn man die Kartoffeln in Scheiben schneidet, mit (durch 1—2% Schwefelsäure) angesäuertem Wasser, dann mit reinem Wasser auslaugt, trocknet und mahlt. Das Kartoffelstärkmehl kostet die Hälfte, das Kartoffelmehl aber nur $1/3$ des Gerstenmalzes und lassen sich beide länger aufbewahren als die Gerste.

Der Hopfen ist die unbefruchtete weibliche Blüte der Hopfenpflanze, eines hanfartigen Gewächses. Die männliche Pflanze ist als „tauber oder wilder Hopfen" ganz von der Anwendung ausgeschlossen. Die weibliche Blüte ist ein Zapfen, zwischen dessen Schuppen sich das Hopfenmehl befindet, ein dem Herenmehl oder Lycopodium ähnlicher, gelber, aromatischer Staub, das Lupulin[1]). Derselbe enthält hauptsächlich ätherisches Oel, Harz, Bitterstoff (Hopfenbittersäure) und Gerbstoff. Der Gehalt an diesen wirksamen Bestandtheilen und daher auch die Güte des Hopfens ist verschieden nach Cultur, Jahrgang, Boden u. s. w. Einzelne Gegenden sind wegen ihres Hopfens berühmt, wie Saatz in Böhmen, Nürnberg und Spalt in Bayern, Schwetzingen und Mannheim in Baden, manche Orte in Braunschweig und Thüringen.

Der Hopfen.

Bestandtheile desselben.

Das ätherische Oel ist von 0,908 sp. Gew., besteht aber aus einem Gemenge von 2 Oelen. Das eine ist sauerstoffhaltig ($C_{20}H_{18}O_2$), vom Hopfengeruch des rohen Oels und wird erhalten durch Destillation des letzteren für sich. Das andere ist sauerstofffrei ($C_{10}H_8$), farblos, von sehr angenehmem, aber nicht hopfenartigem Geruch und wird erhalten durch Destillation des rohen Oels mit alkoholischer Kalilösung, welche das andere zurückhält, aber beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure überdestilliren läßt. Es liefert bei stärkerem Erhitzen mit Kali Baldriansäure. Versuche an Thieren zeigten, daß das Hopfenöl durchaus keine narkotischen Eigenschaften besitzt. Wenn also der Hopfen, was aber noch nicht erwiesen ist, solche hat, so müßte er ein betäubendes Alkaloid enthalten.

---

1) Später bezeichnet man mit „Lupulin" den Bitterstoff des Hopfenmehls.

Das Harz kann durch Auskochen mit Wasser rein erhalten werden. In reinem Zustand besitzt es keinen bitteren Geschmack, ist in Wasser unlöslich, in Alkohol und Aether dagegen leicht löslich. Das Hopfenöl vermittelt die Auflösung des Harzes in Wasser, obgleich es selbst nur in kleiner Menge darin löslich ist. Harz und Oel haften hartnäckig an einander, so daß mehrtägiges Kochen nicht genügt, das Harz vollkommen von Oel zu befreien.

Harz und Bitterstoff sind beide in Aether und Alkohol löslich. Kalilauge entzieht aber der ätherischen Lösung nur den Bitterstoff, indem sie sich als wässrige Flüssigkeit damit abscheidet. Der Bitterstoff krystallisirt aus Aether in Prismen, welche aber an der Luft bald in eine gelbe amorphe Masse von der klebrigen Beschaffenheit der frischen Lupulinkörner übergehen. Er löst sich in weingeisthaltigem Wasser wenig, aber doch hinlänglich, um ihm eine starke Bitterkeit zu ertheilen.

Nach den angestellten Versuchen enthält das Hopfenmehl das ätherische Oel für sich, dagegen Gerbsäure, Hopfenbitter und Harz mit den Blumenblättern oder Schuppen gemeinschaftlich.

Eigenschaften des guten Hopfens.

Die Güte des Hopfens läßt sich zum Theil aus seinen äußeren Eigenschaften erkennen. Die Dolden oder Zapfen sollen groß sein, hellröthlich oder grünlich gelb, der rothe ist überreif, der grüne unreif. Er soll viel Hopfenmehl enthalten und dieses soll gelb und nicht braun sein (wie bei altem Hopfen), der Geruch soll stark und gewürzhaft sein; beim Zerreiben hinterläßt er einen harzigen Fleck auf der Hand. Mit dem Alter wird er dunkler und verliert an Geruch. Das wohlriechende Oel verwandelt sich in übelriechende Baldriansäure und die Gerbsäure in Gallussäure, er fällt daher die Stickstoffsubstanzen nicht mehr. Er sei nicht zu stark getrocknet, weil er sonst leicht aus einander fällt und bei zu starker Wärme sein Aroma verliert, aber auch nicht zu schwach, weil er sonst dumpfig und schimmelig wird. Man trocknet ihn gewöhnlich an der Luft, bis die Stiele brüchig werden, und tritt ihn dann in Säcke ein. Haltbarer wird er durch Schwefeln. Man trocknet ihn nach dem Schwefeln, preßt ihn stark und bewahrt ihn unter Luftabschluß auf. Er hält sich dadurch so gut, daß sechsjähriger oft für 2- oder 3jährigen gilt, während der deutsche und französische nach 3 Jahren seinen Werth großentheils und nach 4 Jahren ganz verloren hat.

Verfälschung und Surrogate des Hopfens.

Durchs Alter braun gewordener Hopfen wird bisweilen mit Schwefelsäure gebleicht und dem Aroma durch Beimengung von neuem Hopfen nachgeholfen, um ihn für letzteren auszugeben. Allein er fühlt sich nicht mehr klebrig („fett") an, sondern trocken, riecht nach Buttersäure und Baldriansäure und zeigt mit heißem Wasser gebrüht und getrocknet wieder die braune Farbe des alten Hopfens. Man hat vorgeschlagen, die Bestandtheile des Hopfens als Extract und Oel anzuwenden, allein es werden nicht nur dabei zu viele Betrügereien möglich, sondern es geht auch Gerbsäure des Hopfens beim Abdampfen in Gallussäure über und dadurch die klärende Wirkung desselben auf die Würze verloren. Man hat auch verschiedene Hopfensurrogate versucht, nämlich bittere, wie Quassia, Bitterklee, Wermuth; aromatische, wie spanischen Pfeffer, Paradieskörner, Lorbeeren, Ingwer, Coriander, Pomeranzenschalen und betäubende oder scharfe, wie Kokkelskörner, Taumellolch oder Herbstzeitlose, allein alle Versuche scheitern an dem eigenthümlichen Geruche des Hopfenöls.

Das Wasser, welches zum Brauen dient, muß in reichlicher Menge vorhanden und nicht zu hart sein (S. 109). Am besten ist reines Flußwasser. Daß man aber mit ziemlich hartem Wasser ein ausgezeichnetes Product liefern kann, zeigen die Brauereien von München, und es ist ein bloses Vorurtheil, daß gewisse Biere ihre Vorzüge lediglich dem Wasser der Orte verdanken, wo sie gebraut werden. Wichtiger ist, daß das Wasser klar, nicht trübe oder schlammig und möglichst frei von organischen, leicht faulenden Stoffen sei. Regen und Schneewasser ist daher nicht zu gebrauchen.

Wenn indessen auch nach der Erfahrung hartes Wasser beim Maischen keinen nachtheiligen Einfluß zeigt, weil es durch Kochen vorher von Kalk befreit werden kann, so ist doch immerhin zum Weichen der Gerste ein weiches Wasser sehr wünschenswerth, weil diese auch aus kaltem Wasser eine gewisse Menge Kalk aufnehmen kann, welche jedenfalls das Ausziehen des Malzes beim Maischen erschwert. Der Kalk bildet

ferner mit den Eiweißstoffen unlösliche Verbindungen, wirkt hemmend auf die Entstehung der Hefe und daher auch auf die Gährung selbst ein. Daß jedoch der Kalk Phosphorsäure, einen nährenden Bestandtheil des Biers, niederschlage, ist nicht von Belang, weil die vorhandene Milch- oder Essigsäure den phosphorsauren Kalk wieder auflöst.

Das ganze Verfahren bei der Bierbereitung zerfällt in zwei Hauptverrichtungen: 1. in das Malzen, 2. in den eigentlichen Brauproceß.

Zweck des Malzens.

Das *Malzen* besteht darin, daß man die Gerste bis zu einem gewissen Grade keimen läßt und dann die Keimung schnell unterdrückt. Das Malzen wird durch 4 Operationen bewirkt: 1. das Einquellen, 2. das Keimen, 3. das Trocknen und 4. das Darren.

Zweck des Einquellens.

Das *Einquellen* bezweckt, die Gerste von Unreinigkeiten und tauben Körnern zu befreien und ihr jenen Grad von Feuchtigkeit zu ertheilen, welcher zur Entwicklung des Keimes an der Luft hinreicht.

Verfahren beim Einquellen.

Man füllt einen hölzernen oder steinernen Wasserbehälter (**Quellbottich, Weiche, Malzstein**) mit Wasser, schüttet dann die Gerste hinein und vertheilt sie darin möglich gleichförmig. Die guten Körner sinken hiebei zu Boden, die tauben schwimmen auf der Oberfläche und werden nach 5—6 Stunden abgenommen, um als Viehfutter zu dienen. Das Wasser, schmutzig von anhängendem Staube, wird abgelassen und durch frisches ersetzt. Das Weichwasser zieht dabei den Extractivstoff der Hülse aus, nimmt dadurch eine gelbe Farbe, einen Strohgeruch und Geschmack an und wird daher alle 24 Stunden erneuert. Die Körner nehmen beim Quellen die Hälfte ihres Gewichtes Wasser auf und schwellen um $^1/_4$ ihres Volums an.

Die Quellreife.

Das Gelingen des Keimens hängt wesentlich von der gehörigen Quellung ab. War sie zu schwach, so bleibt der Keim zurück, war sie zu stark, so verdirbt er leicht. Man hat daher gewisse Proben für die **Quellreife**. Das Korn muß sich über den Daumennagel biegen lassen, ohne abzubrechen und beim Drücken zwischen Daumen und Zeigefinger den Inhalt in dickbreiigem Zustande entleeren; entleert er sich als milchiger Saft, so hat das Quellen zu lange gedauert, entleert er sich gar nicht, so war die Erweichung nicht hinlänglich.

Die Quellreife tritt im Sommer früher ein, als im Winter, die Dauer ist verschieden je nach der Beschaffenheit der Frucht (S. 410), nach der Weichheit des Wassers und nach der Temperatur und beträgt 24 Stunden bis 5 Tage. Nach dem Einquellen folgt das Keimen.

Zweck des Keimens.

Das *Keimen* oder *Wachsen* bezweckt die theilweise Umwandlung des Klebers in Diastase, und wird daher bis zu dem Punkte gefördert, wo sich die größte Menge derselben gebildet hat. Wird dieser überschritten, so nimmt nicht nur die Menge der Diastase wieder ab, sondern es wird auch ein großer Theil des vorhandenen Zuckers und Dextrins von der entwickelten Pflanze verzehrt. Es wird daher nur die Entwicklung des Würzelchens, nicht aber des Blattkeimes abgewartet.

Verfahren zur Einleitung des Keimens.

Man läßt das Weichwasser ab, spült noch einmal mit frischem Wasser nach, schaufelt die Gerste auf die **Malztenne**, einen mit Steinplatten belegten, nicht allzu hellen Raum und bringt sie in viereckige Haufen von 5—6″ Höhe, schaufelt diese alle 5—6 Stunden um, bis sich die äußere Nässe verliert und der Keim an dem spitzigen Ende des Korns als weißer Punkt erscheint. Man wirft sie nun auf einen 1—2 Fuß hohen Haufen, **Malzscheibe, Beet**, um den Keim zu treiben. Nach 24—36 Stunden erhöht sich die Temperatur durch den Keimungsproceß gewöhnlich 4—6° R. über die des Locals, so daß die eingesteckte Hand eine laue Feuchtigkeit empfindet, der Haufen **schwitzt**. Der Wurzelkeim bricht in mehreren Fasern hervor und der Haufen entwickelt einen obstartigen Geruch, 24 Stunden später an der entgegesetzten

Seite des Korns auch der Blattkeim, dessen Entwicklung man nun zuvorkommen muß.

Der hohe Haufen wird daher zu einem niedrigeren umgeschaufelt, **ausgezogen** und dies so oft wiederholt, daß die innere Temperatur desselben 15 bis 18° R. nicht übersteigt. Dabei wirft man das Malz je nach Erforderniß höher und weiter durch die Luft, doch stets in der Ordnung, daß der unterste und oberste Theil des alten Haufens jedesmal in die Mitte des neuen kommt. Der günstigste Zeitpunkt, das Keimen zu unterbrechen, ist, wenn die Fasern um $^1/_4$ länger sind, als das Korn.

Die günstigste Zeit zum Keimen.

Der Frühling ist für das Keimen günstiger als Winter und Sommer, weil im März und April die Temperatur beständiger ist, daher auch zum Theil die Vorzüglichkeit des Märzbieres; aber auch der Herbst zeigt sich der Darstellung des Malzes entsprechend. Das Keimen dauert in der wärmeren Jahreszeit 10—12 Tage, im Herbst 14 Tage bis 3 Wochen.

Wirkung des Keimens.

Beim Keimen nimmt die Gerste Sauerstoff aus der Luft auf, entwickelt dafür ein gleiches Volum Kohlensäure und verliert dadurch 3% an Gewicht. Der Kleber verwandelt dabei einen großen Theil seines Fibrins in lösliche, theils beim Erhitzen gerinnbare, theils nicht gerinnbare Eiweißstoffe und unter letzteren die Diastase. Etwas Stärkmehl verwandelt sich in Gummi (2%) und Zucker ($^1/_2$%). Die Farbe wird heller und das Gefüge lockerer, so daß sich das Korn nach dem Trocknen zwischen den Fingern zu Pulver reiben läßt.

Das Trocknen des Malzes, Zweck desselben.

Die Unterbrechung des Keimens geschieht durch die Entziehung der Hauptbedingung, nämlich der Feuchtigkeit, und ist der Zweck des Trocknens oder **Schwelkens**. Dieses geht dem Trocknen im Ofen voraus, theils um Brennmaterial zu sparen, theils um die anfangende Kleisterbildung im Darrofen zu verhüten, welche leicht bei Gegenwart von Wasser erfolgt; das zuvor abgewelkte Malz ist daher milder, als dasjenige, welches unmittelbar von der Malztenne als **Grünmalz** auf die Darre kam.

Verfahren beim Trocknen.

Man breitet die gekeimte Gerste auf einen luftigen Speicher, dem **Malzboden**, der **Schwelche** oder **Welke** in dünnen Lagen aus und wendet sie anfangs des Tages 4=, dann 2mal, bis sie mehlig schreibt. Läßt man sie hier so lange liegen, bis sie vollkommen trocken ist, so erhält man das **Luftmalz**. Gewöhnlich wird aber das vollkommene Austrocknen durch das Darren bewirkt, **Darrmalz**. 100 Pfd. rohe Gerste liefern durchschnittlich 92 Pfd. Luftmalz und 80 Pfd. Darrmalz. Das Luftmalz dient vorzüglich zur Darstellung des Weißbiers und Branntweins.

Mit dem Centrifugaltrockenapparat (S. 300) erhält man das Malz in $^1/_2$—2 Stunden vollkommen lufttrocken, so daß die Keime wie dürre Spreu davon fliegen. Mit gleichzeitiger Anwendung von erwärmter Luft kann es zugleich gedarrt werden. Man erspart dadurch nicht blos Brennmaterial, sondern auch Bodenraum.

Das Darren, Zweck desselben.

Das Luftmalz erleidet beim Trocknen keine chemische Veränderung und ist außer der größeren Trockenheit von grünem Malz nicht verschieden. Es maischt sich schwierig ein, die Würze ist schleimig und fließt langsam und trüb ab. Durch das Trocknen hingegen bei höherer Temperatur, d. h. bei einer Wärme, die den Kochpunkt des Wassers erreicht, wird es wesentlich verändert. Das Stärkmehl verwandelt sich theils schon durch die blose Erhitzung in Gummi (S. 289), theils durch die Diastase in Gummi und Zucker. Dadurch wird das Ausziehen des Malzes mit Wasser zu einer klaren Würze merklich erleichtert. Die Farbe wird bräunlich. Schon bei 40° R. zeigt das Malz eine starke Färbung und diese erfolgt um so eher, je feuchter es auf die Darre kam. Die Färbung bei dieser Temperatur ist nicht als eine Folge von Röstung zu betrachten, da diese erst bei Temperaturen über 80° R.

eintritt, sondern sie beruht auf Entstehung von gewöhnlichem Extractivstoff, welcher beim Abdampfen aller Pflanzensäfte entsteht. Erst bei höherer Temperatur bildet sich Röstbitter und Caramel. Die Temperatur muß langsam steigen, um die Wirksamkeit der Diastase nicht zu zerstören. Je trockener das Malz wird, um so weniger schadet die Erhitzung. Bei Rösttemperatur wird sie jedoch auch in trockenem Zustande zerstört. Man bereitet daher eigenes Farbmalz und setzt blos eine kleine Menge desselben zum Färben des Bieres zu. Das Röstbitter ertheilt dem Bier seine braune Farbe und einen eigenthümlichen, aber angenehmen Röstgeschmack, welcher von einem brenzlichen Oele herrührt. Dadurch wird sowohl die Haltbarkeit des Malzes als des Bieres erhöht. Dabei ist das Bier aus Darrmalz nicht so stark vergohren als das aus Luftmalz, was gleichfalls zur Haltbarkeit beiträgt.

Verfahren beim Darren.

Die Temperatur beim Darren darf anfangs nicht über 30° R., später aber, wenn das Malz schon ziemlich trocken ist, über 80° R. steigen. Wird es im Anfange zu stark erhitzt, so verliert es durch Kleisterbildung seine mehlige Beschaffenheit und verwandelt sich in eine hornartige Masse, welche das Ausziehen der löslichen Theile außerordentlich erschwert. Auch die Diastase wird in einem schlechten Wärmeleiter, wie das trockene Stärkmehl, nicht zerstört, während sie in feuchtem Zustande schon bei 60° R. ihre Wirksamkeit verliert. Gewöhnlich wird das Malz zuletzt über 80° R. erhitzt, und zwar um so mehr, je dunkler es werden soll. Unter 80° R. findet nur Austrocknung, aber keine Röstung statt.

Sehr helles oder zur Branntweinbereitung bestimmtes Malz wird bei 40° R. gedarrt. Oft dient eine kleine Menge dunkelbraunes Malz dazu, die Würze aus Luftmalz, ungemalztem Getreide, oder Stärkmehl zu färben und heißt daher **Farbmalz**. Bei längerer Aufbewahrung zieht das Darrmalz wieder 6—8% Wasser aus der Luft an.

In Belgien setzt man der Würze aus rohem Getreid etwas Kalk zu, wodurch sie nicht blos dunkler, sondern auch dünnflüssiger und klarer wird.

Die Malzdarren.

Das Malz wird entweder auf einer Fläche von durchlöchertem Blech, **Plattenhürde**, oder von Drahtgewebe, **Drahthürde** ausgebreitet, welche auf verschiedene Weise geheizt werden kann. Man unterscheidet nach der Heizung hauptsächlich Rauch-, Luft- und Wasserdampfdarren.

Rauchdarre.

Bei den Rauchdarren zieht sich der warme Luftstrom, welcher unmittelbar aus der Feuerung im untersten Stocke kommt, durch die im obersten Stocke befindliche Hürde. Um das Anbrennen zu verhindern und weil der Zug durch das dicht liegende Malz geht, kann man nicht mit Flamme, sondern nur mit Schmauchfeuer heizen. Der Holzrauch und besonders die Malzwurzeln, welche in's Feuer fallen, ertheilen dem Malz einen brandigen Geschmack, der bei der Verbrennung gebildete Wasserdampf erschwert das Trocknen und die Heizung ist ungleich.

Luftdarre.

Man hat daher längst allenthalben, wo gutes Bier erzeugt wird, die Rauchdarre mit der **Luftdarre** oder englichen Darre vertauscht, in welcher heiße Luft sowie der Rauch in abgesonderten eisernen Röhren unter der Hürde hin und her geleitet wird. Die Röhren sind dreikantig, mit einer Kante nach oben, damit keine herabfallenden Malztheile darauf liegen bleiben.

Die Wasserdampfdarre und die doppelte Darre.

Weniger zweckmäßig und verbreitet ist die Wasserdampfdarre, welche mit Wasserdampf statt mit Luft geheizt wird. Die doppelte Darre hat auf Mannshöhe über der ersten noch eine zweite Hürde, welche dazu dient, die abziehende Wärme zum Trocknen des Malzes zu benützen, während die erste zum eigentlichen Darren gehört.

Eigenschaften des Darrmalzes.

Das Darrmalz schwimmt auf dem Wasser, zerbricht leicht zwischen den Zähnen, hat einen süßlichen Geschmack und einen angenehmen brodähnlichen Geruch.

Befreiung von den Keimen.

Man läßt das Malz auf der Darre erkalten, tritt es dann mit Holzschuhen durch, um die Wurzeln abzubrechen, welche dem Bier einen unangenehmen Geschmack geben würden, entfernt sie dann durch Fegen auf der Windmühle und benützt sie als Dünger oder Schweinefutter.

Das Schroten des Malzes.

Das Malz muß zerkleinert werden, weil sich die ganzen Körner von Wasser nicht vollständig ausziehen lassen. Es wird daher durch Walzwerke oder auf Mühlen **geschroten**, aber nicht gemahlen, d. h. blos zerquetscht, oder jedes Korn in 3 oder 4 Stücke zerrissen, nachdem man es 24 Stunden zuvor genetzt hat, um es zäher zu machen.

Das Stärkmehl wird zwar bei der gröblichen Zerkleinerung des Malzes bei weitem nicht vollständig ausgezogen und es geschieht dies nur dann, wenn man dasselbe in feines Mehl verwandelt. Dies ist jedoch aus dem Grunde nicht zulässig, weil die in fein zertheiltem Zustand abgeschiedenen Klebertheile bewirken würden, daß die Würze langsam und trüb abläuft.

Das geschrotene Malz muß bald dem Brauproceß unterworfen oder wenigstens auf dem Boden ausgebreitet werden, aber nicht in Säcken oder auf Haufen lagern, weil es sich sonst erhitzt und gährt.

Der Brauproceß.

Der Brauproceß besteht darin, die auflöslichen Theile des Malzes mit Wasser auszuziehen und den Malzauszug oder die **Würze** dem Gährungsprocesse zu unterwerfen. Die gegohrene Würze ist das Bier. Der Brauproceß zerfällt daher 1. in die Bereitung der Würze, 2. das Kochen der Würze mit Hopfen, 3. das Abkühlen der Würze und 4. das Gähren derselben. — Die Darstellung der Würze besteht aber **a.** im Einteigen und b. im Maischen.

Bereitung der Würze.

Das Einteigen, Zweck desselben.

Das Einteigen hat zum Zweck, das Malz mit Wasser vollkommen zu befeuchten und gleichmäßig darin zu zertheilen. Dies gelingt nur mit kaltem oder mäßig warmem Wasser. Man wendet in Böhmen Wasser von 26—32° R., in Bayern kaltes Wasser an, das kalte oder warme Wasser erhält dann erst durch späteren Zusatz von heißem Wasser die zum Maischen erforderliche Temperatur. Würde man das trockene Malz sogleich in Wasser von der Temperatur eintragen, welche zur Zuckerbildung erforderlich ist, so würden durch oberflächliche Kleisterbildung Klumpen entstehen, die das Wasser nicht eindringen und sich nicht wieder vollkommen zertheilen lassen. War ferner die Temperatur bei dem unmittelbaren Einmaischen mit heißem Wasser zu hoch, so ist die Wirksamkeit der Diastase eher zerstört, als man die Temperatur mit kaltem Wasser wieder erniedrigen kann, während eine zu niedrige Temperatur keinen andern Nachtheil als eine langsamere Zuckerbildung hat und leicht durch Zusatz von heißem Wasser erhöht werden kann. Der allmälige Zusatz von heißem Wasser erfordert jedoch mehr Zeit und die längere Dauer einer mittleren Temperatur wie beim warmen Einteigen kann leicht Säurebildung veranlassen.

Verfahren beim Einteigen.

Das Einteigen geschieht im Maischbottich, einem gewöhnlich viereckigen hölzernen Kasten mit doppeltem Boden, wovon der obere oder der Seiher einige Zoll vom unteren absteht und mit vielen kleinen Löchern versehen ist, während sich zwischen beiden ein Hahn zum Ablassen der Würze befindet. Man nimmt eine bestimmte Menge Wasser (auf 1 bayr. Schäffel Malz 7 Eimer), schüttet das Malz hinzu, rührt es mit dem Wasser gut um, und läßt es einige Stunden stehen. Unterdessen erhitzt man das zum Maischen nöthige Wasser in der Braupfanne.

In Bayern, wo vorschriftmäßig aus 1 Schäffel Malz nur 7 Eimer Schenkbier und 6 Eimer Lagerbier erzeugt werden dürfen, nimmt man außer dem schon zum Einteigen verwendeten Wasser, etwa noch 1/2 Eimer zu Lager- und 6 zu Schenkbier auf den Schäffel zum Maischen. Das Verhältniß des Malzes zu der daraus zu erzeugenden Menge der Würze heißt die **Schüttung**.

Zweckmäßiger ist die englische Einteigmethode. Man wendet zwar heißes Wasser an, läßt es aber durch den Seihboden von unten durch das Malz aufsteigen. Zuerst tritt der Dampf, der sich aus dem eintretenden Wasser entwickelt, in das Malzschrot, verdrängt die Luft aus dessen Zwischenräumen und bewirkt eine Durchfeuchtung, welche die Benetzung und Vertheilung des Malzschrotes bedeutend erleichtert.

Das Maischen hat nicht nur den Zweck, die auflöslichen Theile mit heißem Wasser auszuziehen, sondern auch die Umwandlung des noch vorhandenen Dextrins und Stärkmehls in Zucker (durch die Diastase) zu vermitteln. *Das Maischen, Zweck desselben.*

Die zur Zuckerbildung erforderliche Temperatur wird entweder durch Infusion (Aufgießen, Ueberbrühen) hervorgebracht wie in England, Frankreich, Norddeutschland und Oesterreich, d. h. durch Zugießen von so viel kochendem Wasser, als nöthig, um das Ganze auf 50 bis 60° R. zu bringen, oder man bedient sich der Decoction (Kochung), wie in Bayern, Böhmen und Belgien, indem man nämlich einen Theil der Maische selbst kocht, wieder mit dem andern Theile mischt und dies noch zweimal wiederholt.

Bei der Decoction wirkt die Diastase blos, so lange sich die Temperatur zwischen 50 und 60° R. befindet (etwa 10 Minuten lang), verliert aber ihre Wirksamkeit durch das Kochen. Da jedoch nicht alle Theile der Masse in den Kessel kommen, so bleibt zuletzt doch ein, wenn auch kleiner Theil ungekochter Maische und mit ihr etwas wirksame Diastase im Maischbottich zurück, welche immer noch zur Zuckerbildung für eine große Menge Stärkmehl hinreicht. Dagegen wird möglichste Lösung des Stärkmehls und dadurch erleichterte Zuckerbildung bewirkt, zugleich aufgelöster Eiweißstoff zum Gerinnen gebracht, den Hülsen Farbstoff entzogen und dadurch die Würze dunkler gefärbt. *Proceß bei der Decoction.*

Bei der englischen Methode (Infusion) bleibt die ganze Menge der Diastase in Wirkung und liefert daher eine zuckerreiche Würze und ein mehr geistiges, gewöhnlich aber auch weniger haltbares Bier, dagegen ist sie einfacher als die Decoction. *Vorzüge und Nachtheile der Infusion oder des englischen Maischverfahrens und der Decoction oder des bayrischen Maischverfahrens.*

Bei der Kochmethode tritt anfangs die Temperatur, wo die Diastase am wirksamsten ist, nur bei jenem Theile der Maische ein, welcher auf's Feuer kommt. Da sie jedoch bald auf den Siedepunkt steigt, so kann sich dabei nur Dextrin, aber kein Zucker bilden. Zuletzt, wo die Temperatur so lange zwischen 50 und 60 bleibt, als zur Zuckerbildung hinreicht, ist schon so viel Diastase durch das Kochen unwirksam geworden, daß das Dextrin nur zum Theil in Zucker übergeht. Die Würze enthält daher weniger Zucker, aber viel Dextrin und wenig Stickstoffverbindungen (Eiweiß). Das Bier wird schwächer aber haltbarer, hält durch seinen Dextringehalt die Kohlensäure fester zurück und hat einen milderen Geschmack.

Das Maischen fällt bei dem englischen Verfahren mit dem Einteigen (s. oben) zusammen, indem man schon zum Einteigen Wasser von der Temperatur anwendet, welche zur Zuckerbildung nöthig ist, nämlich von 50 bis 60° R. Man theilt das Wasser in 3 Portionen. Die erste dient zum eigentlichen Maischen, die 2 letzten zum Aussüßen der Treber. Dies bewirkt eines Theils vollständigere Ausziehung des Malzes, als wenn man alles Wasser auf einmal anwendet, andern Theils soll der Maischproceß oder die *Verfahren beim Maischen. Englisches Maischverfahren.*

Zuckerbildung vollkommener mit einer kleineren Menge Wasser, also mit concentrirter Diastaselösung von Statten gehen, als wenn man viel Wasser auf einmal anwendet.

Die übrigen Eigenthümlichkeiten des englischen Maischverfahrens bestehen blos in der Anwendung von Rührmaschinen statt der Handarbeit und in der zweckmäßigen (Brennmaterial ersparenden) Einrichtung zum Heißmachen des Wassers.

In Bayern, wo über die Hälfte der erforderlichen Menge Wasser schon beim Einteigen in kaltem Zustande zugesetzt wird, schöpft man das übrige Wasser in kochendem Zustande auf das eingeteigte Malz, arbeitet es dabei mit Rührscheiten gut durcheinander (woher der Name maischen von mischen), bringt dann die niederfallenden Malztheile mit wenig Flüssigkeit, oder den **Dickmaisch**, welcher ungefähr die Häfte der ganzen Masse beträgt, in die Braupfanne, läßt ihn $1/2$ — 1 Stunde kochen und schöpft ihn wieder in den Bottich zurück. Dies wird wiederholt und zuletzt auch der dünnere Theil des Maisches oder der **Lautermaisch** abgeschöpft und $1/4$—$1/2$ Stunde gekocht und dann wieder mit dem Dickmaisch zusammengebracht. Die Temperatur der Maische im Bottich beträgt nach dem ersten Maischen 33—40° R., beim zweiten 48—50° und beim dritten 58—61° R. Nun läßt man das Ganze

Das Abziehen der Würze.

1 — $1 1/2$ Stunden stehen und zieht dann die Würze durch den Hahn ab, giebt sie aber so lange immer wieder in den Bottich zurück, bis sie ganz klar abfließt. Hierauf übergießt man den Rückstand nochmals mit kochendem Wasser und erhält dadurch noch eine dünnere Würze, die zu **Nachbier** oder **Covent**, oder auch zu Essig oder Branntwein benützt wird. Die Trebern dienen als Viehfutter.

Das bayerische Maischverfahren unterscheidet sich von dem böhmischen nur dadurch, daß man bei ersterem mehr Wasser anwendet und die Dickmaische länger kocht. Beides bewirkt einen größeren Dextringehalt. Nach dem belgischen Verfahren wird der Lautermaisch gekocht, wodurch die Wirksamkeit der Diastase zerstört wird, ohne, wie beim Kochen des Dickmaisches das Dextrin zu vermehren.

Dampfbrauerei.

Die Heizung der Braupfanne geschieht häufig durch Dampf. Die Vortheile der Dampfbrauerei sind: 1. Die Wärme ist leicht dahin zu leiten, wo man sie nöthig hat. 2. Die Heizung kann leicht regulirt und augenblicklich unterbrochen werden. 3. Man kann den Dampf der Maischmaschine dazu verwenden. Der Dampf wird in Röhren, oder wo man kein Abdampfen bezweckt, unmittelbar durch die Flüssigkeit geleitet.

Eigenschaften der Würze.

Die Würze ist, je nach dem Darrungsgrade des Malzes, hellgelb bis gelbbraun, süß, in heißem Zustande klar, trübt sich aber beim Erkalten, reagirt sehr schwach sauer und zeigt für stärkere Biere 8 — 10, für schwächere oft nur 3° nach Baumé. Sie enthält Krümelzucker, Dextrin, veränderte Diastase, etwas freie Säure (wahrscheinlich Milchsäure) und einige Salze. Durch längeres Kochen wird die aufgelöste Stickstoffsubstanz oder die veränderte Diastase zum Gerinnen gebracht, die Würze klärt sich und bleibt auch beim Erkalten hell und wird nicht mehr so leicht sauer wie in ungekochtem

Das Kochen der Würze.

Zustande. Die Würze wird sogleich in die Braupfanne gebracht und mit der bestimmten Menge (für Winterbier 2 — 3 Pfund (altem) und für Sommerbier 4—5 Pfund (neuem) Hopfen so schnell als möglich zum Kochen gebracht.

Zweck desselben.

Das Kochen bezweckt 1. die Würze durch Abdampfen zu concentriren, 2. die Flüssigkeit durch Gerinnung der Stickstoffsubstanzen zu klären, 3. die löslichen Theile des Hopfens auszuziehen.

Die Concentration.

Um das Kochen zu beschleunigen, wird die Pfanne bis zum Eintritt desselben bedeckt und so lange gekocht, bis sich die Würze geklärt hat, oder

bis eine Probe die **Gahre** zeigt, d. h. bis das Ausgeschiedene in Flocken geronnen ist. Meist muß aber noch länger gekocht werden, theils wegen der Concentration, theils wegen der Farbe der Würze. Die gelbe Farbe muß in's Braune übergehen. Die längere Dauer des Kochens trägt auch zur Haltbarkeit bei, Lagerbiere werden daher länger gekocht, als Schenkbiere. Die Concentration muß so groß sein, daß das Bier nebst der auf dem Kühlschiffe stattfindenden Verdunstung gerade die richtige Stärke erhält. Man ermittelt dieselbe am besten mit dem Aräometer (Saccharometer, Würzwage S. 10).

Für gewöhnliche Biere soll die Concentration einem spec. Gew. von 1,030 – 1,050, für mittelstarke von 1,060 — 1,070 und für starke von 1,080 — 1,100 (bei 12° R.) gleich kommen. Dies entspricht für Schenkbier 10—11, für Lagerbier 12—13% Extract.

In England und Frankreich concentrirt man die Würze nicht durch Abdampfen, sondern durch Zusatz von Zucker und Melasse.

Vom Hopfen nimmt die Würze beim Kochen Bitterstoff, Harz, einen Theil des ätherischen Oels, Gerbsäure, Gummi und Salze auf. Das Harz schmilzt beim Kochen und wird in der Flüssigkeit aufgeschwemmt. Beim Abkühlen würde es sich aber wieder ausscheiden, wenn es nicht, durch das Oel gelöst, flüssig bliebe. Es wird dadurch leichter und erhält sich alsdann schwebend in der zucker- und dextrinhaltigen Flüssigkeit, indem es damit eine Art Emulsion bildet. Wenn sich die Flüssigkeit bei der Gährung verdünnt, wird das Harz mit der Hefe abgeschieden, aber vom Weingeist zum Theil aufgelöst. Die Wirkung des Hopfens.

Das **Oel** macht das Bier aromatisch, der Bitterstoff bitter, um den süßlich faden Malzgeschmack zu verdecken. **Oel** und **Harz** dienen dazu, die Gährung zu mäßigen, die Nachgährung zu verlängern und die Essigbildung zu verhüten. Die Gerbsäure befördert die Fällung der löslichen Theile des Klebers.

Während des langen Kochens, welches nothwendig ist, wenn der Hopfen seine klärende Wirkung auf die Würze entwickeln soll, entweicht ein großer Theil des ätherischen Oels, welches die Vertheilung des Harzes in der ungekochten Würze vermittelt. Wo die Würze indessen nicht durch Verdampfen, sondern durch Zusatz von Zucker concentrirt wird, wie in England und Frankreich, kocht man den Hopfen in verschlossenen Kesseln aus, um das Oel nicht zu verlieren.

Der **Eiweißstoff** gerinnt in verdünnten Auflösungen, daher auch durch das Kochen beim Maischprocesse, nur unvollständig. Die Gerinnung erfolgt erst vollkommen, wenn sich die Flüssigkeit bei längerem Kochen concentrirt. Wird jedoch der Zeitpunkt überschritten, wo der größte Theil des Eiweißstoffes geronnen ist, so löst er sich bei anhaltendem Kochen wieder auf wie der Leim aus Thierfibrin. Er hat nun eine Veränderung erlitten und ist nicht mehr durch bloses Kochen gerinnbar. Die Gerinnung der Stickstoffsubstanzen.

Rechnet man, wie in Bayern auf den Schäffel Malz für Schenkbier ungefähr 3, für Lagerbier aber 5 Pfund Hopfen und wiegt der bayr. Schäffel 220 Pfd., so beträgt dies 1,4% Hopfen vom Gewichte des Malzes für Schenkbier und 2,3% für Lagerbier oder (nach S. 417) 5½ Loth auf den Eimer Schenkbier und 11 Loth auf den Eimer Lagerbier. Verhältniß des Hopfenzusatzes.

Nach dem Kochen kommt die Würze auf den Seihbottich, ein Faß, welches oben einen durchlöcherten Boden hat, auf dem der Hopfen zurückbleibt, und von da zur Abkühlung.

Das **Abkühlen** bezweckt, die Würze so rasch als möglich auf die Temperatur zu bringen, bei welcher sie gähren soll, für untergährige Biere 6—8, für obergährige 15—20° R., und muß für jedes dieser Biere um so niedriger sein, je wärmer der Gährungskeller ist, weil in dem Zeitpunkte, wo die Abkühlung am langsamsten vor sich geht, die Gefahr des Sauerwerdens am größten ist. Das Abkühlen der Würze, Zweck desselben.

Die Abkühlung beruht nicht allein auf der unmittelbaren Wärmeentziehung von Seite der Kühlgefäße und der umgebenden Luft, sondern hauptsächlich auf Verdunstung der Flüssigkeit. Sie erfolgt daher um so rascher, je stärker die Verdunstung, also je größer die Oberfläche der Flüssigkeit, je stärker der Luftwechsel über derselben und je trockner die Luft ist. Worauf es beruht.

Man bringt die Würze 3 — 4" hoch auf einen flachen hölzernen oder eisernen Kasten, die **Kühle** oder das **Kühlschiff**. Die Kühle soll dem herr-

schenden Winde ausgesetzt und nicht von Gebäuden eingeschlossen sein. Die Abkühlung wird nicht blos begünstigt durch die niedrige Temperatur, sondern vorzüglich durch die Trockenheit der Luft, erfolgt daher besser im Herbst und Frühling (Märzbier) als im Winter, wo die Luft zwar kalt, aber feucht ist. In der wärmeren Jahreszeit braut man bei Tag und kühlt bei Nacht.

Fernere Wirkungen des Abkühlens.

Die Würze verdunstet auf der Kühle $^1/_{10}$—$^1/_8$ ihres Volums und setzt einen Niederschlag ab, das **Kühlgeläger** (Schifftrub, Biergallen). Derselbe entsteht theils durch die blose Abkühlung, theils durch den Einfluß der Luft. Der erstere Theil des Absatzes ist eine Verbindung von Gerbsäure mit unverändertem Kleister, welcher die Eigenschaft hat, sich beim Erhitzen wieder, aufzulösen, der andere Theil besteht aus einer Verbindung von Gerbsäure und aus Extractabsatz des Hopfens.

Beschleunigung des Abkühlens.

Man hat früher die Würze auf der Kühle durch Aufschöpfen und Wiederausgießen bewegt, ist aber davon abgekommen, weil es den Absatz des Kühlgelägers stört, die Würze bleibt trüb. Zur Verstärkung des Luftwechsels hat man, jedoch selten, künstliche Vorrichtungen, Gebläse, Windflügel u. dgl. angewendet, allein die vermehrte Berührung mit der Luft begünstigt die Säuerung.

Die eisernen Kühlen haben nicht blos als gute Wärmeleiter den Vorzug vor den hölzernen[1]), sondern sie sind auch leichter rein zu halten als hölzerne, da in den Poren stets Würze eingesaugt bleibt, welche an der Luft leicht verdirbt. So lange die eisernen Kühlen neu sind, färben sie die Würze durch Bildung von gerbsaurem Eisenoxyd schwärzlich. Allein letzteres scheidet sich mit der Hefe wieder ab und mit der Zeit verschwindet dieser Einfluß ganz, indem sich eine Kruste, der **Bierstein** auf das Eisen absetzt.

durch andere Kühlapparate.

Zur Abkürzung des Kühlens hat man auch Vorrichtungen zur Abkühlung mit kaltem Wasser für Orte, wo eine hinreichende Menge des letzteren zu Gebote steht. Man leitet entweder kaltes Wasser in kupfernen Röhren durch das Gefäß mit der heißen Würze oder durch das Kühlschiff, oder man leitet umgekehrt die Würze durch das Wasser, indem fortwährend das warme ab und kaltes dafür zufließt. Ersteres ist unter allen Umständen anwendbar, letzteres aber nur dann, wenn sich die Würze bereits geklärt hat, weil sie sonst trüb bleibt. Die Abkühlung der Würze auf der Kühle bis 30° R. erfolgt ziemlich schnell, weit langsamer dagegen die von 30° abwärts, besonders bei wärmerem Wetter. Man leitet sie daher dann von der Kühle durch eine mit kaltem Wasser umgebene Kühlschlange.

Eine Vervollkommnung dieses Verfahrens ist der **Kühlapparat von Daxenberger.** Ein Bottich enthält eine doppelte Rohrspirale. Durch die eine lauft von oben herab die Würze. Von gleicher Höhe fließt durch ein Rohr kaltes Wasser (etwa von 10° R.) herab, aber noch nicht in die zweite Rohrspirale dieses Bottichs, sondern zuvor durch ein Faß mit Eiswasser, dann, und zwar von unten nach oben, durch die zweite Spirale des ersteren Bottichs. Das Wasser hat beim Eintritt 2—3° R., wird aber nach oben immer wärmer. Die von oben herabfließende Würze kommt also beim Eintritt in den Bottich mit dem wärmsten — und beim Austritt mit dem kältesten Wasser in Berührung, also je kälter sie selbst wird, mit um so kälterem Wasser. Die Abkühlung wird dadurch um's Doppelte beschleunigt.

Der **Apparat von Deigelmayer und Mettin,** welcher zugleich das Kühlschiff überflüssig macht, bewirkt die Abkühlung von 100 Eimern Würze in 2 Stunden im Winter auf 3—4°, im Sommer auf 8°R. Er beruht auf demselben Princip wie der vorige, (nämlich auf einer Gegenströmung), d. h. das Wasser fließt da ein, wo die Würze abfließt, aber die Würzeröhren sind sehr zahlreich, von Zinn, gerade und durch Kautschukbögen verbunden, in einem hölzernen Kasten, dessen Zwischenwände den Canal zum Durchfluß des Wassers bilden. Durch Abnehmen der Kautschukbögen ist die Reinigung der Röhren möglich, die jedoch wegen der glatten Innenfläche selten nöthig wird.

Der Wegfall des Kühlschiffes erspart zugleich den reichlichen Luftzutritt, welcher der Säuerung so günstig ist.

---

1) So erhielt man z. B. unter denselben Umständen in einer eisernen Kühle in 9 Stunden eine Abkühlung von + 6, und in einer hölzernen in 11 Stunden von + 8° R.

Das Reinhalten der Kühlschiffe.

Die Kühlen werden nach dem Gebrauche sorgfältig gereinigt, damit keine Würze darauf zurückbleibt, in Essig übergeht und dadurch nachtheilig auf eine andere Würze wirkt. Sie werden daher nicht blos mit Wasser, sondern von Zeit zu Zeit auch mit Kalkmilch ausgewaschen, um jede Spur von gebildeter Essigsäure zu entfernen.

In Mähren wird unter dem Namen **Zeilithoid** oder **Getreidestein** ein festes Würzextract fabricirt, welches sich in geschlossenen Fässern Jahre lang unverändert hält. Um es in Bier zu verwandeln, braucht man es blos in Wasser aufzulösen und mit Hefe in Gährung zu bringen. Seine Verwendung ist vorzüglich da von Nutzen, wo das Malzen, Brauen und Abkühlen mit Schwierigkeiten verbunden ist, wo es an Räumen zur Aufbewahrung des Bieres gebricht, zur Versendung in entfernte Gegenden, zur Verproviantirung von Festungen, zur Erzeugung von Bier auf Schiffen und in warmen Klimaten.

Die Gährung der Würze, Zweck derselben.

Die gehörig abgekühlte Würze wird nun in den Gährkeller gebracht. Die Gährung der Würze bezweckt die Umwandlung des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure und die Abscheidung der noch in der Würze aufgelösten Stickstoffsubstanzen als Hefe, nämlich derjenigen, welche weder durch das Kochen der Würze, noch durch die Gerbsäure des Hopfens gefällt wurden. Die Fällung durch Gerbsäure wurde durch die Gegenwart von etwas Milchsäure verhindert. Der Weingeist bleibt ganz, die Kohlensäure aber nur zum Theil in dem Biere zurück, indem sie die zähe oder schleimige Beschaffenheit desselben am Entweichen verhindert, und der Wohlgeschmack des Bieres beruht hauptsächlich auf einem starken Gehalt an Kohlensäure. Diese entweicht jedoch, wenn auch langsamer als beim Wein, mit der Zeit, selbst in verschlossenen Fässern durch die Poren des Holzes, und das Bier wird durch den Verlust derselben schal. Die Abnahme derselben muß daher fortwährend ersetzt werden, indem man das Bier stets in einer schwachen Gährung erhält. Der Zucker darf deshalb im Anfang nicht sogleich vollständig vergähren, sondern zum Theil in unvergohrenem Zustande zurückbleiben. Dieses Resultat wird nur durch das richtige Verhältniß der Hefe zum Zucker erreicht.

Das Stellen der Würze.

Die ungekochte und noch mehr die gekochte und mit Hopfen versetzte Würze erfordert, sich selbst überlassen, eine lange Zeit zum Eintritt und zur Vollendung der Gährung, so, daß besonders bei höherer Temperatur (12 — 15° R.) fast immer Säurebildung erfolgt. Um daher die Gährung zu beschleunigen und dadurch den Erfolg derselben zu sichern, wird ein Zusatz von Hefe nöthig, das **Stellen** der Würze. Es wird um so mehr Hefe erfordert, je niedriger die Temperatur, je stärker die Würze, und je rascher die Gährung erfolgen soll.

Man rechnet in Bayern 1 — $1^1/_2$ Maas breiartige Hefe auf die Würze aus 1 Schäffel Malz oder etwa 0,4 — 0.6 Procente Hefe vom Gewichte der Würze; in England für Obergährung bei niedriger Temperatur (6—12° R.) $2^1/_2$ bis 10 Maas Hefe auf 1000 Maas Würze oder etwa $^1/_3$ bis $1^1/_2$ Gewichtprocent.

Eintheilung der Biergährung.

Man giebt der Gährung der Würze entweder einen raschen oder einen langsamen Verlauf und nennt sie in ersterem Fall Obergährung, weil sich die Hefe an die Oberfläche der Flüssigkeit begiebt, und in letzterem Fall Untergährung, weil sich die Hefe am Boden des Gefäßes ablagert.

Die Obergährung und die Erscheinungen bei derselben.

Die Obergährung ist jene Art der Gährung, wie sie gewöhnlich beim Weim oder in gährenden Flüssigkeiten überhaupt bei gewöhnlicher Temperatur (10 — 20, am besten 14° R.) stattfindet. Nach 6 — 10 Stunden trübt sich die Flüssigkeit. Am Rand entsteht ein Ring von weißem Schaum (**das Ansetzen**), der allmälig die ganze Oberfläche bedeckt (**das Rahmen**) und oft einen fußhohen Berg bildet. Später zerreißt die Kohlensäure den Schaum und giebt ihm ein unebenes, zerklüftetes Aussehen (**die Kräusen**). Alsdann ebnet sich die Oberfläche, der Schaum wird durch Hefe gelblich gefärbt und sinkt endlich zusammen. Die aus dem Spundloch übersteigende

Oberhefe, lauft in ein untergesetztes Gefäß. Nach 24 — 48 Stunden ist die erste Periode der Gährung oder die **Hauptgährung** vorüber. Bei höheren Temperaturen dauert die Hauptgährung 12 Stunden, die Nachgährung 2, die Ablagerung 12 Stunden und das Bier ist im Ganzen in 2 Tagen trinkbar.

Je rascher die Gährung von Statten geht, um so mehr steigt die Temperatur (bei der höchsten Entwicklung um 4 — 6° R.). Am meisten steigt dieselbe und mit ihr die Schnelligkeit der Vergährung in geschlossenen Fässern. Man wendet daher letztere nur für Biere an, die schnell trinkbar werden sollen; für Lagerbiere dagegen offene Bottiche.

Die Untergährung und die Erscheinungen bei derselben.

Um der Stickstoffsubstanz Zeit und Gelegenheit zur Abscheidung zu geben, wendete man zuerst in Bayern und jetzt auch außerhalb desselben immer allgemeiner die Untergährung an, d. h. man verlangsamt den Gährungsprozeß durch starke Abkühlung der Würze und niedrige Temperatur (5—6°R.) des Kellers und durch eine kleine Menge Stellhefe so, daß die Hefe wegen der langsamen Gasentwicklung nicht emporsteigt, sondern zu Boden sinkt, **Unterhefe.**

Der Verlauf bei der Untergährung ist ganz ähnlich wie bei der Obergährung, nur mit dem Unterschiede, daß alle Erscheinungen schwächer und weit langsamer erfolgen. Die Temperatur erhöht sich nur 3 — 4° R. über die der Umgebung. Die Gasblasen sind kleiner als bei der Obergährung, entwickeln sich langsam und bringen daher wenig Hefe an die Oberfläche, bei weitem der größte Theil derselben setzt sich ohne Weiteres zu Boden. Die Oberfläche ist demnach nur mit Schaum und nicht mit Hefe bedeckt, und der Schaum steigt nicht so hoch, wie bei der Obergährung.

Ober- und Unterhefe.

Die bei der Obergährung erhaltene Hefe oder die **Oberhefe** ist weißgelb, locker, schaumig und bildet einen zähen Teig. Die **Unterhefe** ist ockergelb oder bräunlich, fest, speckig und bildet einen kurzen Teig.

Beide Arten der Hefe leiten vorzugsweise jenen Zustand der Zersetzung ein, durch welchen sie selbst entstanden sind, d. h. die Oberhefe die Obergährung und die Unterhefe die Untergährung. Doch bewirkt die Oberhefe bei niedriger Temperatur eine langsame Gährung, welche bei mehrmaliger Wiederholung endlich ganz in Untergährung übergeht, und auch Unterhefe bildet. Ebenso bewirkt die Unterhefe bei höheren Temperaturen die Obergährung mit ihren wesentlichsten Erscheinungen, nur daß sie nicht ganz so lebhaft sind und etwas mehr Hefe erfordern.

Biere, welche über 12° R. mit Unterhefe gestellt waren, werden schwer klar und verlieren den eigenthümlichen Geschmack. Solche dagegen, welche unter 12° R. mit Oberhefe gestellt werden, gähren spät und langsam, und verderben, wenn sie nicht sehr malz- und hopfenreich sind.

Unterschied zwischen Ober- und Untergährung.

Ober- und Unterhefe haben dieselbe chemische Zusammensetzung und bestehen beide aus denselben Hefepflanzen oder Bläschen; nur hängen diese bei der Oberhefe meistens zusammen. Ebenso liefern Ober- und Untergährung beide dieselben Producte, nämlich Weingeist und Kohlensäure. Der Unterschied besteht nur darin, daß die Oberhefe die Gährung schneller, die Unterhefe langsamer bewirkt. Sowie die Entwicklung des Sauerstoffes aus chlorsaurem Kali durch gewisse pulverförmige Körper mehr beschleunigt wird als durch andere (vgl. S. 35), obgleich sie sämmlich darin übereinstimmen, daß sie selbst keine chemische Veränderung erleiden, so scheint auch die Oberhefe, vielleicht vermöge ihrer lockeren Beschaffenheit, eine schnellere Kohlensäureentwicklung und Gährung hervorzurufen als Unterhefe. Unter- und Obergährung unterscheiden sich sonach nicht in dem chemischen Processe, welcher dabei stattfindet, sondern nur in der Schnelligkeit seines Verlaufes. Bei dem

raschen Verlaufe der Obergährung ist die Oberfläche der Flüssigkeit mit einer starken Schichte Kohlensäure bedeckt, während bei der Untergährung die Luft weit mehr Zutritt hat, der Eiweißstoff wird daher vollständiger als Hefe abgeschieden, zugleich mehr Milchsäure gebildet und endlich bei der niederen Temperatur weniger Weingeist verflüchtigt. Das untergährige Bier ist daher stärker und haltbarer, nicht blos, weil es weniger Hefenstoff enthält, sondern auch weil die Milchsäure die Essigbilduug erschwert, welche sonst bei dem freien Luftzutritt schon in der Gährkufe eintreten müßte.

Die Vorzüge des untergährigen und obergährigen Bieres.

Ungeachtet der Vorzüge des untergährigen Bieres wird doch noch an vielen Orten obergähriges gebraut. Es wird nämlich schneller consumirt, erfordert daher ein geringeres Betriebscapital, und wegen seines raschen Verbrauches keine besonders kühlen Keller, kann zu jeder Jahreszeit gebraut werden und wird an vielen Orten wegen seines eigenthümlichen Geschmackes dem untergährigen vorgezogen, wie in England.

Das englische Bier.

Was man bei der bayerischen und den ihr ähnlichen Braumethoden durch das eigenthümliche Maischen, durch die Untergährung und die niedrige Temperatur des Lagerns erzielt, das wurde früher in England mit gleicher Vollkommenheit, aber mit bedeutend höheren Kosten, durch langes Ablagern des Bieres erreicht, wozu sich indeß nur Biere von dem Gehalte der englischen eignen. Bei der langen Nachgährung wurde der Zucker völlig in Weingeist und Kohlensäure und auch das Hopfenbitter theilweise zersetzt. Nur altes und starkes Bier wurde geschäzt. Allein der Geschmack hat sich geändert und man läßt es jetzt kaum 14 Tage alt werden.

Die Nachgährung des Bieres.

Nach Beendigung der Hauptgährung kommt das Bier auf die Lagerfässer, das **Fassen**, wo eine unmerkliche Gährung, oder die **Nachgährung** des Bieres stattfindet. Während derselben wird es getrunken; es ist nur so lange trinkbar als diese dauert und sobald sie aufhört, fängt die Essigbildung an.

Die Dauer der Nachgährung hängt hauptsächlich vom Fassen des Bieres ab. Das Winterbier wird früh gefaßt, ehe es Zeit hat, alle Hefentheile abzulagern, weil es bald in lebhafte Nachgährung kommen und in 8—14 Tagen geschenkt werden soll. Soll es 4—8 Wochen länger lagern, so läßt man die Hefentheile großentheils absetzen, soll es $1/2$ oder 1 Jahr liegen bleiben, so läßt man es ganz hell werden.

Zweck des Pichens der Bierfässer.

Um die Nachgährung möglichst lange zu erhalten, müssen die Keller hinreichend kühl sein, und, um die Kohlensäure zurückzuhalten, die Fässer groß und ganz gefüllt sein. Sie sind in der Regel geschwefelt oder gepicht. Die Schwefelsäure verhindert die Essigbildung, indem sie den Sauerstoff der Luft chemisch bindet. Das Pech dagegen wirkt theils mechanisch, indem es durch das Verschließen der Holzporen die äußere Luft abhält, theils chemisch, indem es, wie alle Harze, die Entstehung der Essigsäure hindert, zugleich verhindert es aber auch das Entweichen der Kohlensäure, dient zur größeren Reinlichkeit der Fässer, hindert den Zutritt der Feuchtigkeit von außen, schützt das Bier vor Holzgeschmack und ertheilt ihm einen angenehmen Pechgeschmack.

Die Bierhefe.

Das wichtigste Nebenproduct der Bierbrauerei ist die Hefe (in trocknem Zustand etwa $1/9$, in breiartigem die Hälfte des gebildeten Alkohols).

Derjenige Theil der Oberhefe, der zuerst an die Oberfläche kommt, enthält am meisten ausgeschiedenen Bitterstoff, ist sehr bitter und wird daher beseitigt. Bei der Unterhefe ist Letzteres nicht thunlich und sie ist um so bitterer, als die untergährigen Biere stärker gehopft sind.

Benützung der Bierhefe.

Die Bierhefe dient nicht blos zum Stellen der Bierwürze und Branntweinmaische, sonndern auch zum Treiben des Backwerkes. Zu letzterem Zweck eignet sich besonders die Oberhefe, weniger wegen ihrer Bitterkeit die Unterhefe.

Aufbewahrung der Hefe.

Zur Einleitung der Gährung pflanzt man die Hefe von Gebräu zu

Gebräu fort. Sie hält sich jedoch in dem gewöhnlichen Zustande nur kurze Zeit, und trotz des starken Gehaltes der Unterhefe an Hopfenharz macht es große Schwierigkeiten, dieselbe vom Schlusse der Brauzeit bis zum Wiederbeginne derselben, also mehrere Monate in brauchbarem Zustande zu erhalten. Sie muß zu diesem Zwecke durch Pressen vom Wasser befreit werden (s. Preßhefe bei der Branntweinbrennerei).

Die Eigenschaften eines guten Bieres.

Ein gut gebrautes, von schädlichen Zusätzen freies Bier ist vollkommen klar und je nach dem Grade der Darrung des Malzes und der Dauer des Kochens der Würze heller oder dunkler braun. Der Schaum ist rahmig, d. h. er besteht aus kleinen Bläschen und hält sich lange. Es hat einen angenehmen Hopfengeruch. Der Geschmack ist eine Mischung von Bitter, Süß und Geistig, von Hopfenaroma, Röstgeschmack und der stechenden Empfindung der Kohlensäure auf der Zunge, wovon außer der letzteren Keines vorherrschend sein darf. Es soll eine möglichst niedrige Temperatur haben, sich zwischen den Fingern klebrig anfühlen, den Durst löschen und nicht vermehren, nach dem Genusse weder Betäubung, noch Kopfschmerzen oder Verdauungsbeschwerden hinterlassen und leicht wieder ausgeschieden werden.

Der Geschmack gewisser Localbiere zeigt verschiedene Abweichungen nach der herrschenden Gewohnheit einzelner Oertlichkeiten, welche theils auf dem Gehalt an unwesentlichen Zusätzen, wie Gewürze u. dgl., theils auf Eigenthümlichkeiten des Brauverfahrens beruhen.

Der Gehalt des Bieres.

Die wesentliche Güte eines Bieres hängt jedoch ab von seinem Gehalt an Alkohol, Extract, Kohlensäure und Hopfenbestandtheilen. Die ersteren können durch chemische Untersuchung, der Hopfengehalt aber nur durch den Geschmack des Bieres ermittelt werden. Sehr alkoholreiche Biere heißen **starke Biere**, extractreiche heißen substanziös, starke, nicht substanziöse trocken und kohlensäurereiche mussirend.

Die starken englischen Lagerbiere enthalten 6 — 10, unsere Lagerbiere 3 — 6 und die leichten Biere $1\frac{1}{2}$ — 3% Alkohol. Sehr substantiöse Biere enthalten 8 — 15, trockene 4 — 8% Extract. Der Gehalt an Kohlensäure beträgt 0,1 bis 0,2%.

Die Bierproben.

Der Gehalt des Bieres an Kohlensäure, Alkohol und Extract wird durch schwaches Erwärmen, Destillation und Abdampfen bestimmt. Um diesen Zweck schneller und dabei mit hinreichender Genauigkeit zu erreichen, hat man 3 Methoden: 1. die optisch-aräometrische Bierprobe von Steinheil, 2. die Saccharometerprobe von Balling, 3. die hallymetrische Bierprobe von Fuchs.

Die optisch-aräometrische Bierprobe gründet sich auf den Einfluß des Extract- und Alkoholgehaltes auf das Lichtbrechungsvermögen des Bieres. Allein sie erfordert ein kostspieliges Instrument und soll keine zuverlässigen Resultate liefern.

Die saccharometrische Bierprobe besteht der Hauptsache nach darin, daß man das Bier mit dem Saccharometer untersucht und zwar einmal nach Entfernung der Kohlensäure durch Schütteln, und dann nochmals nach Entfernung des Alkohols durch Kochen, nachdem man durch Zusetzen des verdampften Wassers das ursprüngliche Volum wieder hergestellt hat. Man berechnet aus beiden den ursprünglichen Extractgehalt der Würze.

Ist der Stand des Saccharometers im ungekochten Bier = m und im gekochten = n, so ist die scheinbare Attenuation (Verdünnung) oder die

scheinbare Extractverminderung durch die Gährung[1]) = dem zu suchenden Würzegehalt p weniger m oder p—m und die wirkliche Attenuation = p—n. Dividirt man die scheinbare Attenuation p—m durch die wirkliche p—n und setzt für den Quotienten q, so ist der ursprüngliche Extractgehalt der Würze

$$p = \frac{nq - m}{q - 1.}$$

Die saccharometrische Probe hat den Vorzug, daß sie den Gehalt der Würze angiebt und dieser ist wesentlicher als der des Bieres, weil der Extract- und Weingeistgehalt des letzteren nach dem Alter des Bieres stets wechselt, während der Extractgehalt der Würze sich gleich bleiben muß, wenn nach der bestehenden Vorschrift gebraut wird.

Allein die Berechnung der Schüttung aus dem Extractgehalt der Würze giebt kein zuverlässiges Resultat, weil der Gehalt derselben nicht blos von der Menge des Malzes, sondern auch von der Verschiedenheit der Gerste nach Jahrgang und Boden, sowie von der Methode des Malzens und Maischens abhängt.

Die hallymetrische Bierprobe (von hals Salz, lüo ich löse und meter der Messer, also Salzlösungsmesser) gründet sich darauf, daß Kochsalz beim Auflösen im Bier die Kohlensäure austreibt und letztere daher aus dem Gewichtverluste bestimmt werden kann; daß ferner das Bier um so weniger Salz auflöst oder von einer gewogenen Menge Salz um so mehr ungelöst läßt, je mehr das Bier Alkohol und Extract enthält. Man erfährt daher den Gehalt an beiden zusammen. Verdampft man bei einer andern Portion den Alkohol durch Kochen und sättigt diese hierauf gleichfalls mit Salz, so erfährt man den Extractgehalt für sich allein. Zieht man letzteren vom Gesammtgehalt des Alkohols und Extractes ab, so bleibt auch der Alkoholgehalt für sich allein übrig.

Das Kochsalz erfordert 2,7778 Theile reines Wasser zur Auflösung oder 1000 Theile Wasser lösen 360 Th. Salz auf. Man setzt daher, damit nicht zu viel Salz ungelöst bleibt, 330 Gran chemisch reines und sehr fein gesiebtes Kochsalz zu 1000 Gran Bier in einem Fläschchen, stellt letzteres in Wasser von 30°R. und läßt es unter öfterem Umschwänken darin, bis das Wasser kalt ist. Der Gewichtverlust, z. B. 1,5 Gran, ergiebt den Gehalt an Kohlensäure.

Hierauf gießt man das Bier sammt dem ungelösten Salz in den Hallymeter, ein Glascylinder, ungefähr 1 Zoll weit und gegen 4 Zoll lang, welcher sich nach unten in eine gleichfalls 3 — 4″ lange, aber nur 1/4″ weite Röhre endigt. Letztere ist so eingetheilt, daß jeder Grad einen Gran Salz anzeigt, welcher ungelöst geblieben ist. Bleiben nun z. B. 17,3 Gran Salz ungelöst, so haben sich 312,7 Gran aufgelöst. Das Bier enthält 2,7mal so viel Wasser als Salz gelöst wurde. 312,7 × 2,7778 = 868,61. Das Bier enthält also 868,61 Wasser und was daran auf 1000 fehlt, ist der Gesammtgehalt des Biers an Kohlensäure, Weingeist und Extract, also 1000 – 868,61 = 131,39 Gran.

Nun kocht man eine neue Quantität Bier von 1000 Gran bis etwas unter die Hälfte ein, setzt dann so viel Wasser zu, daß die Flüssigkeit genau 500 Gran wiegt, hierauf die entsprechende Menge Kochsalz, nämlich 180 Gran, und verfährt wie beim ersten Versuch. Bleiben z. B. 21,3 Gran ungelöst, so haben sich 158,7 Gran gelöst. Die 500 Gran Bier enthalten sonach 440,83 Gran Wasser und diese abgezogen von 500 geben 59,17 Gran Extract. Addirt man nun hinzu die 1,5 Gran der Kohlensäure, so erhält man 59,17 + 1,5 = 60,67, und zieht man diese Summe vom Gesammtgehalt ab, 131,39 – 60,67 = 70,72 Weingeist. Letzterer ist jedoch von einem bestimmtem Wassergehalt und muß erst auf absoluten Alkohol berechnet oder durch die am Ende beigefügte Tabelle reducirt werden.

Die hallymetrische Probe ist fast so einfach als die saccharometrische und giebt nach der chemischen die genauesten Resultate und zugleich, wie die chemische, die Kohlensäure an.

Bei fehlerhaftem Verfahren, sei es beim Maischen, Kochen, bei der Das Abfallen des Bieres.

---

1) Scheinbar, weil der Zucker, also ein Theil des Extractes und somit auch das spec. Gewicht durch die Gährung zwar abgenommen hat, aber das spec. Gew. durch den Alkohol noch mehr verringert wird, so daß der Extractgehalt, nach dem spec. Gewicht bemessen, geringer erscheint, als er wirklich ist.

Gährung oder in der Behandlung auf dem Lager, besonders bei mangelhafter Reinlichkeit verliert das Bier vor der Zeit seine trinkbare Beschaffenheit, es **fällt ab**, oder **steht ab.** Das Abfallen äußert sich zuerst durch hartnäckige Trübheit, später durch Schalheit und zuletzt durch Säuerung.

Die Trübheit ist nicht allemal ein Zeichen von Verderbniß, aber doch immer ein Fehler. Das Bier ist entweder nicht klar aus der Hauptgährung hervorgegangen oder hat sich, was bedenklicher ist, erst auf dem Lager getrübt. In beiden Fällen hilft man durch Verstärkung der Nachgährung, indem man entweder die Bodenhefe aufrührt, oder das Bier ein- oder mehrere Male auf die Hefe eines frisch abgelassenen Fasses bringt, oder frische oder gährende Würze zusetzt. Die trübenden Theile lagern sich dann mit der Hefe ab.

Weniger zweckmäßig ist die Klärung mit thierischem Leim, (Knochenleim, Abkochung von Kalbfüßen) oder Eiweiß, weil der Ueberschuß gelöst bleibt und die Haltbarkeit des Bieres gefährdet. Es muß daher schnell verbraucht werden. Besser ist die Schönung mit Hausenblase (1 Loth auf 1 Fuder s. S. 332). Leim und Eiweiß werden durch den Gerbstoff des Hopfens gefällt und wo dieser nicht zureicht, bewirkt ein kleiner Zusatz von Hopfenabkochung die Fällung.

Auch Kochsalz wird zur Klärung benützt, indem es die Adhäsion der trübenden Theile zur Flüssigkeit schwächt. Doch dürfen nicht über 6—8 Loth auf 100 Pfund Bier angewendet werden, wenn das Bier keinen Salzgeschmack erhalten soll.

Die Schalheit entsteht durch zu lange oder nachlässige Aufbewahrung des Bieres, hauptsächlich in schlecht verspundeten Fässern und warmen Kellern und besteht in Mangel an Kohlensäure. Es kann diesem Fehler nur nothdürftig durch Zusatz von Würze oder Jungbier abgeholfen werden.

Das Sauerwerden beruht auf der Umwandlung des Alkohols in Essigsäure. Bei der Sättigung derselben entsteht statt des sauren ein Salzgeschmack und zugleich eine abführende Wirkung des Bieres. Es bleibt daher nichts übrig, als saures Bier zu Essig zu verwenden.

Branntwein.

Man versteht unter Branntwein eine durch Destillation gereinigte geistige Flüssigkeit, welche über die Hälfte ihres Gewichtes Wasser und gewöhnlich auch ein eigenthümliches Fuselöl enthält. Die Darstellung des Branntweins, sowie die der stärkeren und fuselfreien Weingeistsorten bildet den Gegenstand der Branntweinbrennerei.

Da die gewöhnlichen geistigen Flüssigkeiten wie Wein und Bier eine zu geringe Ausbeute an Branntwein liefern würden, so werden in der Regel eigene Maischen dazu angefertigt, in welchen man eine größere Menge Weingeist zu erzeugen sucht. Nach dem Material, woraus die Maischen angefertigt werden, unterscheidet man hauptsächlich Getreide- oder Fruchtbrann[illegible] wein und Kartoffelbranntwein.

Der Fruchtbranntwein hat einen angenehmeren Geschm[illegible]
toffelbranntwein und wird in England ausschließlich [illegible]
mehr um seiner selbst willen als Getränk erze[illegible]
winnt man jetzt vorzugsweise den Kartoffel[illegible]
weinbrennerei nur der möglichst hohe[illegible]
treibt, indem dieser bei der Erzeu[illegible]
fache des Erträgnisses liefert [illegible]

Die Branntweinbrennerei zerfällt in 3 Hauptverrichtungen, 1. die Darstellung der Maische, 2. die Gährung derselben und 3. die Destillation.

Der Maisch- und Gährungsproceß bei der Branntweinbrennerei unterscheidet sich hauptsächlich von jenen Processen in der Bierbrauerei, daß man hier nicht wie bei der letzteren einen Theil des Stärkmehls der Alkoholbildung entzieht, um ihn als Gummi und Zucker zu erhalten, sondern die möglichst vollständige Umwandlung des Stärkmehls in Alkohol oder den höchsten Vergährungsgrad bezweckt.

Das Einmaischen des Getreides.

Wo es auf die Qualität des Branntweins ankommt, hat unter allen Materialien das Gerstenmalz den Vorzug. Es gestattet nicht blos bei dem hohen Grade von zuckerbildender Kraft die höchste Vergährung, sondern es liefert auch eine klare Würze, welche bei der Gährung ein reineres Product liefert, als wenn sie über den Trebern gährt. Da es jedoch im Verhältniß zu seinem Preise zu wenig Branntwein liefert, so versetzt man es in der Regel mit andern Getreidearten, in England mit Weizen, in Deutschland häufiger mit Roggen als mit Weizen.

Man läßt das Malz trotz des Verlustes an Stärkmehl etwas länger wachsen als bei der Bierbrauerei, zur Erreichung des höchsten Grades der zuckerbildenden Kraft, was man bei der Bierbrauerei nicht thut, um jenes Stärkmehl zu ersparen, welches durch die fortschreitende Entwicklung des Keimes verzehrt wird. Aus demselben Grunde wird das Malz auch nicht gedarrt, sondern an der Luft oder bei gelinder Wärme getrocknet, oder, wo es sogleich verwendet werden kann, in grünem Zustand angewendet. Wegen der vollständigeren Auflösung wird es feiner, aber weil es zugleich schwieriger einzuteigen ist, nicht ganz fein gemahlen und das Grünmalz zwischen Walzen gequetscht.

Die Zuckerbildung verbietet, die Weingeistbildung dagegen erfordert eine gewisse Verdünnung, wenn beide möglichst vollständig erfolgen sollen. Wird aber, wie in Deutschland, die Steuer vom Rauminhalte des Gährbottichs erhoben, so darf die Verdünnung eine gewisse Grenze nicht überschreiten, wenn man nicht durch die Besteuerung mehr verlieren will, als durch die Vollständigkeit der Vergährung gewonnen wird. Ursprünglich rechnete man auf einen Gewichttheil Frucht 8 Th. Wasser. Dieser große Wasserzusatz erzielt eine vollständigere Vergährung und vermindert die Gefahr des Anbrennens bei der Destillation, erfordert aber größere Geräthschaften und mehr Brennmaterial und Steuer. Man verminderte daher das Wasser allmälig bis auf 4 Theile und erhält so mit geringeren Kosten durch besser geleitete Destillation ebenso viel Alkohol als bei dünneren Maischen.

Das Maischen zerfällt in das Einteigen, Garbrennen und Abkühlen.

Das *Einteigen* geschieht mit Wasser von 40° R. und bezweckt das gleichmäßige Durchfeuchten mit einem Theile des Wassers. Das *warme* Einteigen ist hier deshalb nothwendig, weil weniger Diastase vorhanden ist, als wenn, wie [illegible] Bierbrauerei das ganze Material aus Malz besteht. Die Wirkung [illegible] muß daher möglichst verstärkt werden (vgl. das engl. Maisch[illegible] 417[illegible]

Das [illegible] dem Hinzufügen des übrigen Wassers [illegible] e auf den nöthigen Grad der Verdün[illegible] 60° R. zu bringen, bei welcher die [illegible] rennen mit Wasser mehr Was[illegible] nöthig ist, so geschieht es in [illegible]

[illegible] et man zwischen Zukühlen

und **Abkühlen.** Das erstere besteht in Zusatz von Wasser von der gewöhnlichen Temperatur des Brunnenwassers (etwa 10° R.), um die Gährungstemperatur von ungefähr 20° R. zu erhalten. Wenn das Zukühlen nicht hinreicht, so folgt ihm das Abkühlen, d. h. man nimmt ein Kühlschiff zu Hilfe, um nicht zu viel Wasser zusetzen zu müssen. Man unterstützt dessen Wirkung durch Umrühren, weil es sich hier nicht, wie in der Bierbrauerei zugleich um Klärung handelt.

Whisky. Der schottische Fruchtbranntwein, **Whisky** genannt, wird für den besten gehalten. Er zeichnet sich aus durch einen rauchigen Geschmack (s. Fuselöl), welchen er durch den Rauch von Lohkuchen erhält.

Einmaischen der Kartoffeln. Die Kartoffeln enthalten zu wenig Diastase bidende oder überhaupt zu wenig stickstoffhaltige Substanz (etwas Albumin mit wenig Caseïn), um die Zuckerbildung in dem Umfang und mit der Schnelligkeit zu bewirken, wie es zum Zwecke der Branntweinbrennerei erforderlich ist und um die erforderliche Menge Hefe zu bilden. Da die Stickstoffsubstanz hauptsächlich aus Eiweiß besteht, so kommt sie in geronnenem Zustand in die Maische. Die Kartoffeln werden daher stets mit Zusatz von 4 — 6 Gewichtprocenten Malz je nach der Beschaffenheit der Kartoffeln und nach den sonstigen Umständen verarbeitet.

Die Auflösung der Kartoffeln würde am vollkommensten erfolgen, wenn man die rohen Kartoffeln reibt und das Geriebene sogleich in kochendes Wasser fallen läßt. Doch scheint dieses Verfahren in der Praxis noch nicht versucht worden zu sein und es ist allgemein üblich, die Kartoffeln zuvor zu kochen und dann zwischen zwei Walzen zu zerquetschen.

Die ganzen Kartoffeln lösen sich beim Weichkochen in Wasser nicht auf, das Stärkmehl schwillt an, wird jedoch von geronnenem Eiweiß eingehüllt und bleibt von Zellen eingeschlossen, die sich nur unvollständig öffnen. Doch erleiden sie durch längeres Kochen in Wasser eine theilweise Auflösung, sie werden **seifig.** Man kocht sie daher mit Dampf. Beim Erkalten fallen die gequollenen Stärkmehlkörner wieder zusammen, die Kartoffeln verlieren ihre mehlige Beschaffenheit, werden gleichfalls seifig und lassen sich dann schwierig zerkleinern und mit Wasser gleichmäßig mischen. Da aber jeder Klumpen im Innern unverändert bleibt, so müssen die Kartoffeln in heißem Zustande zerkleinert werden, wenn sie ein lockeres Mehl und keine zusammenhängenden Bänder beim Quetschen liefern sollen.

Das Maischen geschieht wie beim Getreide, aber man nimmt weniger Wasser, das 4- oder 3fache der trocknen Substanz, nachdem man den Wassergehalt der Kartoffeln ($^3/_4$ ihres Gewichtes) abgerechnet hat. Das Stärkmehl geht schon beim Kochen der Kartoffeln in den auflöslichen Zustand über und braucht nur im Wasser vertheilt zu werden, um sich aufzulösen. Man braucht daher beim Maischen der Kartoffeln das Wasser nicht zu erhitzen, weil die zur Zuckerbildung erforderliche Temperatur schon durch die Kochhitze der Kartoffeln hervorgebracht wird. Sie kann vielmehr durch unachtsames Zumahlen derselben so hoch steigen, daß die zuckerbildende Kraft des Malzes darunter leidet. Würde man die Kartoffeln ohne Malz verarbeiten, so könnte die Ueberhitzung nicht schaden, sondern nur die Zertheilung des Kleisters bewirken. Dagegen wird die Masse so steif, daß sie das Durcharbeiten erschwert oder verhindert. Man setzt daher sogleich von Anfang an das Malz zu, es verflüssigt dann sogleich jeden Antheil Kleister, sobald er entsteht.

Das Ab- und Zukühlen findet in derselben Weise wie bei der Fruchtmaische (s. oben) statt.

Auch die Zuckerrüben wurden auf Branntwein benützt. Obgleich dieselben nur 4% feste Substanz enthalten, so verhindert doch die schwammige Beschaffenheit des Rübenbreies die Herstellung einer concentrirten Maische. Man verarbeitet daher blos den Saft, den man durch Auspressen erhält, oder man zieht die Rüben durch Maceration aus. Letzteres Verfahren ist einfacher und liefert den ganzen Zuckergehalt. Ein Zusatz von 1 — 1½% Schwefelsäure befördert die Gährung und noch mehr die Umwandlung des gemeinen Zuckers in Schleimzucker durch Kochen mit Schwefelsäure. Der Branntwein aus Runkelrüben und Möhren hat jedoch einen unangenehmen Beigeschmack, wenn der Saft nicht vor der Gährung gekocht wird.

Die Gährung der Branntweinmaische wird nicht, wie die der Bierwürze, beschränkt, weil hier die Abscheidung der Stickstoffsubstanz und die Nachgährung wegfällt. Die Vergährung wird sogleich möglichst vollständig bewirkt, weil unmittelbar auf die Hauptgährung die Destillation folgt, und durch diese Alles abgeschieden wird, was nicht flüchtig ist. Doch ist der Betrieb der Gährung auch hier nicht ohne Beschränkung. Die Besteuerung, welche von dem Inhalte des Gährbottichs erhoben wird, läßt nämlich wegen der Schaumbildung $^1/_{10}$ des Gährbottichs steuerfrei. Es ist daher von Vortheil, das Steigen durch Herstellung concentrirter Maischen zu mäßigen, um so einen Theil des Steigraumes für die Maische selbst zu gewinnen. *Die Gährung.*

Aus demselben Grund ist es auch vortheilhaft, wie bei der Bierbrauerei, die Treber nicht in den Gährbottich zu bringen, sondern vorher abzusondern. In England geschieht dies auch, jedoch nicht wegen der Steuer, welche dort vom fertigen Branntwein und nicht vom Gährbottich erhoben wird, sondern in der Absicht, ein reineres Product zu erzielen. In England, wo fast nur Gerste und Weizen verarbeitet wird, ist nämlich die Abscheidung der Würze weit leichter als in Deutschland bei Kartoffeln und Roggen, da letztrer eine schleimige, schwer abseihbare Würze liefert. Es wäre jedoch schon vortheilhaft genug, wenigstens die gröberen Trebern durch ein Sieb abzuseihen. Der Roggen läßt 35, die Gerste 40 und die Kartoffeln 18% ungelöste Theile beim Maischen übrig.

Die treberfreien Würzen haben auch den Vorzug vor den gewöhnlichen Maischen, daß sie den Branntweinbrenner in den Stand setzen, nicht nur den eigenen Bedarf, sondern auch großen Ueberschuß von Hefe zum Verkaufe zu erzeugen, während dieselbe bisher wegen schwieriger Absonderung der Trebern unbenützt blieb, indem sie mit diesen in die Blase und nach der Destillation mit der Schlempe in's Viehfutter kam. Wird die Hefe aus Brauereien beschafft, so verursacht sie nicht blos unnöthige Kosten, sondern sie erschwert auch den Bezug gewöhnlich dadurch, daß die Brauereien in den Städten, die Brennereien aber auf dem Lande sind. Ferner bewirkt die Hefe aus einer gekochten und gehopften Würze immer nur eine unvollkommene Vergährung. Bei feinem Backwerk ist das Hopfenbitter auch dem Geschmack nachtheilig. Man kann es jedoch der Hefe durch kohlensaures Ammoniak entziehen, muß ihr aber den nöthigen Säuregehalt durch etwas Weinstein ersetzen. *Die Erzeugung der Hefe.*

Die Darstellung der Hefe aus den Stickstoffsubstanzen gelingt nicht leicht unmittelbar, d. h. ohne daß so viel Hefe zu Gebote steht, als nöthig ist, um die Gährung einzuleiten. Bei niedrigen Temperaturen erfordern die nicht mit Hefe gestellten Würzen zu lange Zeit und bei höherer Temperatur werden sie leicht sauer. Man gewinnt daher die neue Hefe nur durch die Fortpflanzung von vorhandener Hefe, indem man Malzauszüge oder Mehlteig damit in Gährung versetzt.

In entlegenen Brennereien bezieht man entweder Preßhefe oder bereitet sogenannte Kunsthefe in der Brennerei selbst. Die **Kunsthefe** ist keine wirkliche Hefe, sondern nur ein Hefe enthaltendes, gährendes Gemisch, welches man neben der eigentlichen gährenden Maische zur Fortpflanzung der Gährung unterhält. *Kunsthefe.*

Diese Gemische oder Gährmittel sind sehr manchfaltig zusammengesetzt:

1. Man stellt die neue Maische mit einem Theile der gährenden Maische des vorigen Tages an. 2. Man zieht aus gährender Maische etwas flüssige Würze und stellt damit die neue Maische. 3. Man nimmt zur Zeit, wo sie sich am kräftigsten bildet, etwas Hefe von der Oberfläche, versetzt damit rasch einen kleinen Theil der neuen Maische und stellt mit dem Gemisch die neue Maische selbst. 4. Man teigt Malz mit oder ohne rohe Frucht mit Schlempe oder mit frischer (Kartoffel-) Maische ein und stellt sie entweder jedesmal mit Bierhefe, oder nur das erstemal und nachher immer mit **Mutterhefe**, d. h. mit einem aufgehobenen Rest der Kunsthefe.

Die künstlichen Gährmittel haben sich nicht so gut zum Stellen der Getreidemaische bewährt, wie für die Kartoffelmaische, wahrscheinlich, weil der geringe Gehalt der Kartoffeln an Stickstoffsubstanz durch die Kunsthefe ergänzt wird.

In der warmen Jahreszeit sind Brauereien und Branntweinbrennereien häufig nicht im Stande, den großen Bedarf an Hefe für die Bäckerei zu liefern. Man betreibt daher die Hefenerzeugung als eigenes Geschäft und betrachtet den dabei gewonnenen Branntwein als Nebenproduct.

Man nimmt den bei der Gährung der angegebenen Schrotmischungen entstehenden Schaum fortwährend mit einem Schaumlöffel von der Oberfläche ab. Dieser Schaum ist die Hefe. Man treibt sie mit Hilfe von Wasser durch ein Haarsieb, um sie von Hülsen zu reinigen, läßt sie hierauf in Wasser absetzen, füllt sie in leinene Beutel und beschwert sie zwischen gekerbten Brettern unter allmäliger Verstärkung des Druckes, mit Gewichten, um das Wasser abzupressen, welches ungefähr die Hälfte des Gewichtes der breiartigen Hefe beträgt, **Preßhefe** oder, weil sie nach dem Gewichte (in Pfundpaketen) verkauft wird, **Pfundhefe**, und bewahrt sie in gläsernen oder glasirten Gefäßen an kühlen Orten (am besten bei 0°, also in einem Eiskeller) auf. Bisweilen mengt man sie mit Zuckerpulver, Glycerin, Kohle oder Weingeist. Allein bei allen diesen Aufbewahrungsmethoden verliert die Hefe von ihrer Kraft. Man stellt daher beim Beginne des Brauens oder Branntweinbrennens nur eine kleinere Menge Würze damit, um neue Hefe zu gewinnen.

Trockene Hefe. Beim Seetransport verliert die Hefe in feuchtem Zustand, aus einer völlig unbekannten Ursache, ihre Wirksamkeit ganz. Beim gewöhnlichen Trocknen an der Luft verliert sie gleichfalls bedeutend an Kraft, nicht aber, wenn das Trocknen möglichst schnell, aber doch nicht bei zu hoher Temperatur geschieht. Man walzt sie daher nach dem Pressen in wenige Linien dicke Blätter aus und trocknet dieselben auf Gypsplatten in einem warmen Luftstrome von 20 — 30° R. so weit, daß sie noch etwas biegsam sind und verpackt sie in Thierblase und diese in mit Blech gefütterte Kisten oder pulvert sie und füllt sie in trockene, luftdicht zu verschießende Flaschen. Sie hält sich dann über 2 Jahre und verträgt den Seetransport ohne Nachtheil.

Zur Erreichung des höchsten Vergährungsgrades ist die Hefe am tauglichsten aus ungekochten und ungehopften Flüssigkeiten und von jener Periode der Gährung, wo sie am meisten im Treiben, also noch am wenigsten erschöpft ist. Beide Vorzüge haben die künstlichen Gährmittel vor der Bierhefe voraus. Unterhefe ist fast ebenso wirksam wie Oberhefe (S. 422). Größere Massen von Maische, die auf einmal gähren sollen, erfordern verhältnißmäßig nicht so viel Hefe als kleinere Mengen, also z. B. das dreifache Volum Maische nicht dreimal, sondern etwa nur doppelt so viel Hefe.

1000 Maas Getreidmaische werden nach Umständen mit 5, 6, 8 oder selbst 10 Maas, und die Kartoffelmaische mit der doppelten Menge breiiger Bierhefe gestellt.

Man bedient sich zur Gährung offener Gefäße, weil diese am leichtesten zu reinigen sind und giebt der Maische eine Temperatur von 15 bis 20° R., wenn sie am dritten oder vierten Tag destillirt werden soll.

Die Bottiche werden bei der Gährung theils bedeckt, theils offen gelassen. Am besten ist es, sie anfangs zu bedecken, bis die Gährung im Gang ist, und alsdann die Bedeckung zu beseitigen, um eine zu starke Erwärmung zu verhüten. Sogleich nach Beendigung der Gährung werden sie abermals bedeckt, um die Luft abzuhalten, da sonst leicht Säuerung eintritt.

Die Entstehung der Milchsäure bei der Gährung wird im Allgemeinen als förderlich betrachtet, weil sie die Auflösung des Klebers begünstigt. Die Essigsäure thut dasselbe, aber sie vermehrt sich leicht auf Kosten des gebildeten Alkohols. Man zieht deshalb an mehreren Orten kalkhaltiges Brunnenwasser bei weitem dem Flußwasser zum Einmaischen vor. Allein der Kalk, besonders der Gyps erschwert die Auflösung des Klebers, und es ist daher vortheilhafter, Kalkstein- oder Kreidepulver erst nach der Gährung zuzusetzen. Statt des Kalks setzt man häufig Pottasche oder Soda ($1-1^1/_2\%$ des Schrotes), namentlich bei den Kunsthefen zu, doch können die Alkalien in Uebermaaß der Gährung leicht nachtheilig werden. Die Bildung der Milchsäure kann vermehrt werden, wenn man beim Einmaischen etwas abgerahmte Milch zusetzt. Bei der Gährung gebräuchliche Zusätze.

Zusätze von fäulnißwidrigen Substanzen wie Säuren, gerbstoffhaltige Substanzen, Hopfenabsud, Eisenvitriol u. s. w. beschränken sich mit ihrer Wirkung nicht blos auf die Säurebildung, sondern auch auf die Gährung.

Alaun und Fett (Talg) werden gegen das Ueberlaufen zugesetzt, indem der erstere die Zähigkeit etwas vermindert und das Fett durch sein Dazwischentreten das Zerreißen der Blasen befördert.

In weit kleinerer Menge wird der Branntwein aus andern Materialien, nämlich aus **Reis**, **zuckerhaltigen Substanzen** und **geistigen Flüssigkeiten** erzeugt. Sie zeichnen sich sämmtlich durch eigenthümliche Fuselöle oder andere Geruchstoffe aus, die ihnen einen angenehmen Geschmack verleihen. Sie gelten daher als feine Branntweinsorten und dienen nur zum Getränk. Feine Branntweinsorten.

Der **Arrak** (ostindischer Name für Branntwein) ist Reisbranntwein, welcher mit oder ohne Zusatz von Palmsaft in Ostindien und zwar am besten in Goa und Batavia bereitet wird. Er hat einen sehr feinen Geschmack, einen juftenartigen Geruch und 52—54% Alkoholgehalt.

Der chinesische, welcher jedoch nicht bei uns vorkommt, ist mit dem scharfen Safte gewisser Seethiere (Holothurien) versetzt, der ihm eine scheinbare Stärke ertheilt.

Künstlichen Arrak verfertigt man, indem man ein Gemenge von Braunstein (4 Loth), Eichenrinde (48 Loth), Alkohol von 90° Tralles (2 Loth), Schwefelsäure ($^3/_4$ Pfd.) und Wasser (6 Pfd.) $^1/_4$ Jahr lang stehen läßt und dann mit einer größeren Menge fuselfreiem Weingeist (36 Maas) destillirt und mit Caramel (S. 295) gelb färbt.

Die Branntweinarten aus zuckerhaltigen Substanzen sind besonders der Rum, der Zwetschgenbranntwein, das Kirschwasser, der Wachholder- und Milchbranntwein.

Der **Rum** wird aus dem Zuckerrohrsaft, hauptsächlich in Jamaica erzeugt, hat gegen 50 Volumproc. Alkoholgehalt und verdankt sein Aroma theils dem eigenthümlichen Geruche des Pflanzensaftes, theils dem brenzlichen Oel, welches beim Anbrennen durch trockne Destillation der Zuckerrückstände in der Destillirblase entsteht.

Man erhält daher einen Branntwein von rumartigem Geruch, aber keinen wirklichen Rum, wenn man fuselfreien Weingeist über Zucker oder Syrup abzieht, bis er anfängt, anzubrennen oder Weingeist mit gebranntem Zucker destillirt. Das eigenthümliche Aroma des Rums gehört nur dem rohen Zuckersaft an und scheint sich beim Abdampfen zu verflüchtigen.

Man verfertigt gewöhnlich den nachgemachten Rum durch Versetzen des Weingeistes mit etwas ächtem Rum, Essig- oder Buttersäureäther nebst verschiedenen andern aromatischen Zusätzen wie Birkenöl, Citronenöl, Vanille, Perubalsam.

Die geringste Sorte des Rums, aus Melasse bereitet, wurde Ratafia oder Taffia genannt und häufig mit Gewürzen und Fruchtsäften versetzt. Gegenwärtig unterscheidet man zwischen **Taffia** und **Ratafia** und versteht unter ersterem den Melassebranntwein, unter Ratafia dagegen mit Gewürzen und Fruchtsäften versetzte Liköre ohne Rücksicht auf die Branntweinsorte, welche dazu verwendet wurde.

Der Zwetschgenbranntwein wird vorzüglich in Ungarn, Slavonien und Croatien dargestellt und im Slavischen Sliwowitza genannt (von sliwa die Schlehe oder Pflaume und der Abstammungsendung witza). Das Kirschwasser wird vorzüglich in der Schweiz (besonders in Basel), in Lothringen und im Schwarzwald gebrannt. Sie enthalten beide einen eigenthümlichen Aether, welcher ihnen den angenehmen Geruch und Geschmack verleiht. Derselbe erinnert bei ersterem an überreife Kirschen, bei letzterem an frische Pflaumen. Die Kirschkerne werden nicht, wie man gewöhnlich annimmt, zerquetscht, und die Kerne der Zwetschgen werden gänzlich entfernt. Nur das junge Kirschwasser hat daher einen schwachen Bittermandel- oder Steingeruch, verliert ihn aber später fast ganz, während der Zwetschgenbranntwein völlig frei davon ist. Das Kirschwasser wird aber trotzdem dadurch verfälscht, daß man einen Theil der Steine zerquetscht, oder selbst Kirschlorbeerblätter zusetzt, um dem gewöhnlichen Vorurtheil entgegenzukommen, womit man die Aechtheit des Kirschwassers nach der Stärke dieses Geruches beurtheilt und um damit den Geruch anderer zugesetzter Branntweinsorten zu verdecken. Man kennt noch kein Mittel, die Aechtheit beider Branntweine zu prüfen, als die Reinheit des Geruches, welcher sich besonders beim Mischen mit heißem Wasser entwickelt.

Der Geschmack des Zwetschgenbranntweins übertrifft den des Kirschwassers an Feinheit. Die Kirschen gähren schnell, die Gährung ist in 12—15 Tagen vollendet, während die der Zwetschgen oft fast den ganzen Winter dauert. Dagegen wird das Kirschwasser erst nach 6 — 7 Jahren gut, während sich der Zwetschgenbranntwein schon in 3—4 Jahren ausbildet.

Aus der Mahalebkirsche, welche in Dalmatien und Oberitalien wild wächst, wird dort der berühmte **Maraschino** (vom ital. Amarasca Amarelle) gebrannt, nachdem man sie mit den Kernen zerstoßen und mit Zusatz von gleichen Theilen Honig (weil sie selbst sehr wenig Zucker enthalten) hat gähren lassen. Man hebt das Destillat 1 Jahr lang auf und destillirt es dann 2mal, versetzt es mit dem gleichen Gewicht Zucker (den man in $1/3$ Wasser löst und klärt) und läßt es abermals 1 Jahr lang ablagern.

Auch die Schlehen liefern einen sehr guten Branntwein, und der Heidelbeerbranntwein ist besonders in Schwaben und am Oberrhein wegen des angenehmen Aromas beliebt, das er nach einiger Zeit annimmt. In kälteren Klimaten, wo die Vogelbeere vorkommt, namentlich in Rußland und in einigen Gegenden Tyrols liefert diese gleichfalls einen vorzüglichen Branntwein, in Rußland **Naliska** genannt, welcher sein Aroma einem Fermentöl von weinartigem Geruche verdankt.

Der Wachholderbranntwein oder Genever (vom französischen Genièvre, lateinisch Juniperus, Wachholder) ist ein mit Wachholderbeeren gewürzter Fruchtbranntwein. Er wurde früher ausschließlich, und wird jetzt noch hauptsächlich in Holland dargestellt. In England unterscheidet man den eigentlichen oder holländischen Genever, Dutch gin vom British gin, dem gewöhnlichen Kornbranntwein. Er hat das Aroma der Wachholderbeeren und 60 Volumprocente Alkoholgehalt.

In Schiedam, wo der berühmteste Genever bereitet wird, maischt man 2 Th. Roggen mit 1 Th. Gerstenmalz und 6 Th. Wasser von 58 — 60° R. ein, kühlt nach 2 Stunden mit Schlempe und Wasser auf 24° R. und stellt mit etwa 3 Pfd. Preßhefe auf 1000 Maas Würze. Die Gährung ist in 48—60 Stunden beendigt.

Die holländischen Geneverbrenner nehmen, weil es ihnen an Bierhefe fehlt, einen Theil der Hefe von den Bottichen ab. Dadurch wird etwas an der Spiritusausbeute verloren, aber an Qualität gewonnen, weil die erhaltene Maische weniger Hefentheile enthält. Der Geschmack des englischen Genevers, bei dem man keine Hefe abnimmt, ist daher weniger rein.

Bei der zweiten Destillation kommen auf 100 Maas etwa $1/2$ Pfd. 3 — 5 Jahre alter Wachholderbeeren und etwas (2 Loth) Salz in die Blase, letzteres, damit alles Wachholderöl mit dem Branntwein übergeht, indem das Salz seine Auflöslichkeit in der Flüssigkeit schwächt.

Der **Milchbranntwein** wird von den Nomaden der asiatischen Steppen (Tartaren, Kalmücken, Kirgisen), denen die muhamedanische Religion den Genuß des Weins und gewöhnlichen Branntweins verbietet, aus Stuten-, Camel- und Ziegen-, seltner aus Kuhmilch bereitet, indem sie die gegohrene Milch (s. S. 307) von den Tartaren **Kumis** genannt, der Destillation unterwerfen. Das Product der ersten Destillation heißt **Arrak** (Branntwein), das der zweiten **Arsa** und das der dritten **Chor** (Gift).

Der Milchzucker wurde bei uns lange Zeit für gährungsunfähig gehalten, weil die Bildung der Milchsäure der des Weingeistes lange vorausgeht. Da nun aber zuckerhaltige Flüssigkeiten in der Regel zuerst geistig, dann sauer werden, so glaubte man nicht, daß in der Milch noch Weingeist entstehen könne, nachdem sie einmal sauer geworden ist. Wenn man indessen die rechte Zeit abwartet, so findet man, daß der Milchzucker und die Milch aller Thiere in geistige Gährung übergeht. Der Milchzucker ist zwar nicht als **solcher** der Gährung fähig, er wird durch Fermente und daher auch durch Käsestoff in Milchsäure verwandelt. Die Milchsäure aber wandelt den noch übrigen Milchzucker in Krümelzucker um, und der Krümelzucker geht unter Vermittlung des Käsestoffes in Weingeist über. Die Gährung erfolgt bei 8—24° R. und ist bei höherer Temperatur (24°) in wenig Tagen vollendet, bei niedriger kann sie 8 — 9 Monate dauern. Der Käsestoff ist ein schwaches Ferment, stärkere, wie Hefe, wirken etwas schneller. Auch der Käsestoff der Pferdemilch bewirkt die Gährung weit schneller als der der Kuhmilch, doch erhält man aus letzterer gerade wegen der langsamen Gährung verhältnißmäßig mehr Weingeist. Demohngeachtet liefert natürlich die Pferdemilch einen stärkeren Milchwein, als die Kuhmilch, da sie mehr als doppelt so viel (9%) Zucker enthält als diese (3—4%).

Die Tartaren wenden, wo möglich, Pferdemilch an. Außer der leichteren Gährung und dem größeren Zuckergehalte nimmt sie bei der Gährung einen angenehmen, die Kuhmilch dagegen einen eckelhaften Geruch und Geschmack an. Sie bringen die Milch sammt dem Rahm in große lederne Schläuche oder hölzerne Kübel und überlassen sie für sich oder mit Zusatz von Hirse oder Gerste an einem mäßig warmen Orte der Gährung unter öfterem Umschütteln oder Rühren. Die Gährung dauert im Sommer 24 Stunden, im Winter 2 — 3 Tage. Luftabschluß vermehrt die Menge des Weingeistes, Zutritt der Luft begünstigt die Bildung der Milchsäure und man erhält weniger Weingeist. Zusatz von Hefe, oder Destillationsrückstand, längeres Kochen der Milch und häufiges Umschütteln beschleunigen die Gährung, vermindern aber eben dadurch die Menge des Weingeistes.

Je mehr Weingeist entsteht, desto mehr verschwindet der Rahm von der Oberfläche, er vertheilt sich in den Molken und trübt sie, indem der Weingeist die Anziehung des Fettes zum Wasser vermittelt. Man erkennt daran das Ende der Gährung, die **Reife** des Kumis.

Der **Kumis** (die Milchmaische oder der Milchwein) aus Pferdemilch ist milchig, weiß, von weinsäuerlichem Geruch und sehr angenehmem, säuerlichem Geschmack, mussirt stark und enthält noch Käsestoff, etwas Butter, Milchsäure, Kohlensäure, einige Salze, Alkohol und viel Milchzucker. Er wirkt berauschend, wird aber auch von Kranken sehr leicht vertragen, ist ein vortreffliches Stärkungsmittel für Brust- und Unterleibskranke und vertritt bei den Baschkiren häufig die Stelle von Speise und Trank. Wegen seines geringen Weingeist- und bedeutenden Fermentgehaltes ist er, besonders bei Luftzutritt, wenig haltbar, und wird auch zuweilen mit Gewürzen versetzt. Gut bereitet und verwahrt hält er sich 3 Monate und länger. Der Kumis.

Im Winter, wo wenig Stuten Milch geben, trinkt man den Kumis undestillirt, im Sommer dagegen, wo er sich nicht lange hält, wird er destillirt. Dies geschieht in einem eisernen Kessel, den man mit einem hölzernen Deckel bedeckt und verschmiert. Der Deckel hat zwei Oeffnungen. In der einen ist ein hölzernes Rohr befestigt, welches sich in einem eisernen Kessel als Vorlage endigt. Dieser hat gleichfalls einen hölzernen Deckel, letzterer aber nur **eine** Oeffnung. Die Vorlage wird durch Schnee abgekühlt. Die andere Oeffnung des Destillirkessels wird erst geschlossen, nachdem die Flüssigkeit stark aufgekocht hat. Die Oeffnung der Vorlage wird gar nicht bedeckt. Es geht nämlich vor dem Alkohol eine übelriechende Substanz über, die man auf diese Weise zu entfernen sucht.

Der tartarische Milchbranntwein ist schwach, doch soll er sich anzünden lassen [1]. Entfernt man den bei der Destillation zuerst übergehenden Riechstoff nicht, welcher aus flüchtigen Fettsäuren zu bestehen scheint, die sich bei der Gährung bilden, so hat besonders der Branntwein aus Kuhmilch einen

---

1) Um auf Papier zu brennen, muß er wenigstens 25 Volumprocente Alkohol haben, soll er in einem Gefäße brennen, so muß er etwas stärker sein.

unangenehmen brenzlichen Geruch, der sich jedoch mit der Zeit (in 2 Jahren) in einen süßlich-aromatischen nach Oenanthyl- oder Aboleïnsäure-Aether verwandelt.

Wichtigkeit des Milchbranntweins.

Die Verwendung der Milch zu Branntwein ist bei uns nicht vortheilhaft. Eher möchte die Benützung der Molken zum Einmaischen der Kartoffeln unter manchen Verhältnissen, schon wegen ihres Milchsäuregehaltes (s. S. 431), zweckmäßig sein.

Der Weinbranntwein oder Franzbranntwein wird aus geringen Weinsorten in ergiebigen Jahren, besonders an solchen Orten gewonnen, wo er in hinreichender Menge producirt wird, wie in Südfrankreich, durch die Destillation des Weins, der Hefen und Trestern, und wird nach den Provinzen benannt, wo er gewonnen wird. Der beste ist der **Cognac**, er wird aus weißem Wein erzeugt. Man erhält durchschnittlich $^1/_{10}$ von dem Volum des Weins. Die Trestern werden mit Zusatz von etwas Wasser in verschlossenen Fässern der Gährung überlassen und später je nach der entwickelten Wärme allmälig mehr Wasser zugesetzt.

Der Franzbranntwein hat einen gewürzhaften Geruch und Geschmack, um so feiner, je vorzüglicher der Wein war, aus dem er gewonnen ist, hat gewöhnlich eine gelbe Farbe vom Lagern auf dem Fasse, 40—45 Volumprocent Alkoholgehalt und reagirt schwach sauer von einem kleinen Gehalt an Essigsäure. Er gewinnt bei guter Behandlung auf dem Lager (in 3 — 4 Jahren), theils durch die Verfeinerung des eigenen Aroms, theils durch das Ausziehen von Gerbsäure und Riechstoff aus dem Faßholz. Der stärkere Franzbranntwein heißt **Sprit**, ist farblos und hat 73—76% Alkohol.

Der Hefen- und noch mehr der Tresterbranntwein stehen dem Weinbranntwein in der Qualität nach. Doch geht der französische Hefen- und Tresterbranntwein im Handel gleichfalls unter dem Namen Franzbranntwein, nicht aber die deutschen Producte, sie gehören zu den geringeren Branntweinsorten, stehen jedoch über dem Korn- und Kartoffelbranntwein.

Der Hefenbranntwein ist reich an den Riechstoffen des Weins, hat aber gewöhnlich einen brenzlichen Nebengeschmack und Geruch. Der Tresterbranntwein, besonders der Nachlauf enthält sehr viel Fuselöl aus den Hülsen der Trauben. Der Branntwein aus Rothweinen ist aus demselben Grunde von geringerer Güte, weil er über den Hülsen gährt. Man erhält daher weit vorzüglichere Producte, wenn man mit Dampf destillirt, oder nur einen wässrigen Auszug der Hefe oder Trester der Destillation unterwirft, oder wenigstens in einer Blase destillirt, welche 1 Fuß über dem Boden einen zweiten, durchlöcherten Boden hat, worauf die Trester liegt.

Man macht den Franzbranntwein in Deutschland häufig künstlich nach, indem man fuselfreien Kartoffelbranntwein mit geistiger Eichenrindentinctur und etwas Essig- oder Salpeteräther versetzt, oder indem man ihn mit Essigäther und ächtem Cognac, über Weinstein oder Weinsäure und gedürrten Pflaumen abzieht und dann mit Eichenrinde oder Caramel färbt, durch Versetzen von 80 — 90procentigem fuselfreiem Weingeist mit so viel Traubenwein, daß er trinkbar ist, oder durch Zusatz von Oenanthäther, den man aus Weintrestern destillirt.

Die Destillation.

Das Brennen oder Destilliren hat zum Zweck, durch Erhitzen der weingahren Maische den flüchtigen Weingeist von den nicht flüchtigen oder weniger flüchtigen Theilen der Maische zu trennen.

Die Kartoffel- oder Fruchtmaische enthält 2—3% feste Theile (Schalen oder Hülsen). Der flüssige Theil ist ein Gemenge von viel Wasser und wenig Alkohol, mit etwas Milchsäure, Essigsäure, Fuselöl, Gummi, Zucker und Extractivstoff.

Proceß bei der Destillation des Branntweins.

Die Maische enthält durchschnittlich 5% Alkohol. Beim Kochen derselben wird kein wasserfreier, sondern ein Alkohol von bedeutendem Wassergehalt verdampft. Obgleich der Alkohol schon bei 63 und das Wasser erst bei 80° R. kocht, so läßt er sich dennoch durch Kochen nicht in reinem Zu-

stande vom Wasser abscheiden. Das Wasser verhindert durch seine Anziehung den Alkohol an der Verdampfung. Der Siedepunkt eines wasserhaltigen Weingeistes liegt um so höher, je wässriger derselbe ist. Die Alkoholdämpfe lösen Wasser auf und führen um so mehr davon mit sich, je mehr vorhanden ist, bei einer Temperatur, wo das Wasser für sich noch lange nicht kocht.

Unterwirft man die erhaltene geistige Flüssigkeit einer zweiten, dritten, Destillation u. s. w., so erhält man jedesmal eine alkoholreichere Flüssigkeit, ohne daß auf diese Weise die vollständige Abscheidung des Wassers gelingt, denn bei einer gewissen Stärke geht die geistige Flüssigkeit unverändert über. Die Abscheidung der letzten Antheile Wassers gelingt nur durch Anwendung von Körpern, welche dasselbe stärker anziehen als der Alkohol, wie gebrannter Kalk, Chlorcalcium (S. 257). Was bei der Destillation zuerst übergeht, zeigt 20 — 40 Volumprocente Alkoholgehalt nach Tralles, das später übergehende allmälig 0°, wo man die Destillation beendigt.

Das Product der ersten Destillation oder **Läuterung** heißt **Lutter** oder Läuterwasser, hat 20 bis 25 Volumprocent Alkohol und ist zu schwach, um verkäuflich zu sein. Das Product der zweiten Destillation, das **Weinen** genannt, ist der **Branntwein** und hat ungefähr 50 Volumprocent, das Product der dritten Destillation oder Rectification, heißt **rectificirter Weingeist** oder **Spiritus** und hat 70 Volumprocent, die vierte Destillation liefert den höchst rectificirten Weingeist oder **Alkohol** von 80—90%.

Was bei der Destillation zuerst übergeht, heißt **Vorlauf** und ist stärker, zuletzt kommt der **Nachlauf**, dieser ist wässriger. Was bei der ersten Destillation in der Blase bleibt, heißt **Schlämpe** oder **Spühlicht**, der Rückstand der folgenden Destillation das **Phlegma**.

Auf solche Weise erfolgt die Destillation in der gewöhnlichen Destillirblase wie sie schon früher (S. 20) beschrieben wurde. Die Blase soll nicht tief, sondern weit sein, damit sie viel Heizfläche hat; auch der Hals soll weit sein, damit er den Dampf rasch durchläßt, und der Helm groß, damit er Steigraum für die Maische hat. Die einfache Destillirblase wird aber jetzt nur noch bei dem Betriebe der Branntweinbrennerei im Kleinen benützt, oder wo man ihr einen günstigen Einfluß auf den feinen Geschmack des Destillates zuschreibt, wie beim schottischen Fruchtbranntwein oder Whisky und beim Nordhäuser. Sie hat folgende Mängel: 1. Man muß das Branntweingut zweimal destilliren, bis es die Stärke des verkäuflichen Branntweins erhält. Dies erfordert einen größeren Aufwand an Arbeit, Zeit und Brennmaterial. 2. Die zum Destilliren erforderliche Wärme geht im Kühlwasser verloren und muß für die zweite Destillation von neuem aufgewendet werden. Die Destillirapparate.

Die wesentlichsten Verbesserungen an der Destillirblase bestehen daher in der Einrichtung, durch eine einzige Destillation Branntwein zu erzeugen und die Wärme der Weingeistdämpfe zum Vorwärmen der Maische zu benützen. Beide Zwecke werden beim Abkühlen erreicht.

Die Abkühlung und Verdichtung der Weingeistdämpfe zur Flüssigkeit wird befördert, indem man das Helmrohr möglichst verlängert und die Verlängerung oder das **Kühlrohr** durch kaltes Wasser leitet. Zur Ersparniß an Raum leitet man es in einer Spirale, **Schlangenrohr** an den Wänden des Kühlfasses hinab. Der Zufluß des kalten Wassers im Kühlfasse geschieht von unten, der Abfluß von oben. Allein diese Röhren sind schwer zu reinigen von angesetztem Oxyd [1]) und von Theilen der übergestiegenen Maische, und Die Kühlapparate.

1) Das Oxyd, von Fuselöl und Essigsäure gelöst, ertheilt dem Branntwein einen

sie werden nur von dem kleinsten Theile des Wassers, nämlich blos von dem äußersten Umfange desselben gekühlt, während die größere Masse des Wassers unwirksam bleibt.

Leichter zu reinigen sind geradlinige Zickzackröhren, deren einzelne Kniee aus dem Fasse hervorragen und sich öffnen lassen, um einen Bürstenstock einzuführen, oder das Kühlrohr theilt sich in mehrere senkrechte Arme.

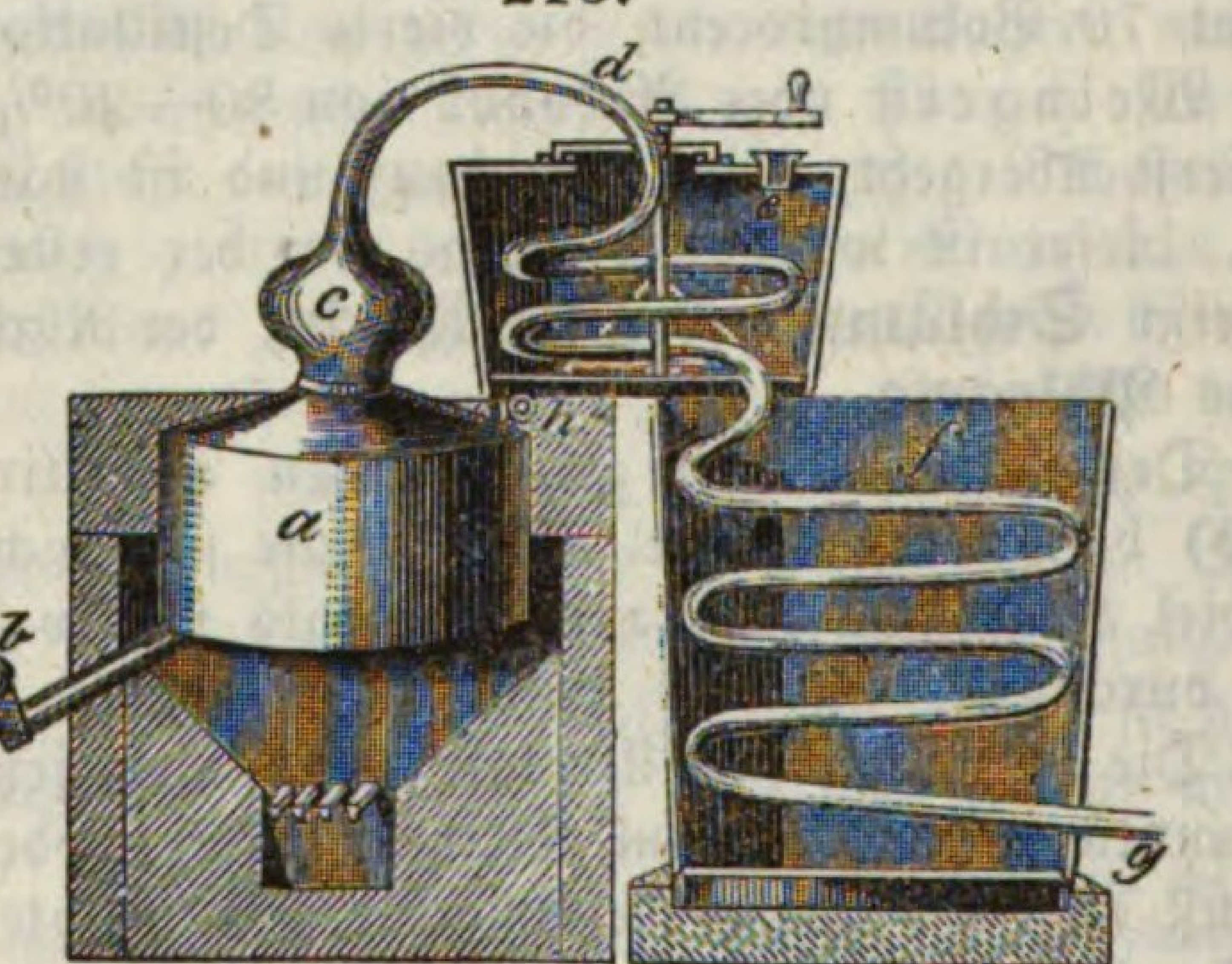
Der Beckenapparat.

Zur vollständigeren Benützung der ganzen Masse des Kühlwassers dient der **Beckenapparat.** Er besteht aus einer linsenförmigen Erweiterung des senkrecht aufsteigenden Helmrohrs, das **Becken** genannt. Letzteres hat im Innern eine horizontale Scheidewand, die fast bis in die Kante der Linse reicht. Die Dämpfe müssen sich unter der Scheidewand ausbreiten, um in die Höhe zu gelangen. Ober derselben müssen sie sich aber wieder nach dem Mittelpunkte hin sammeln, um in die aufsteigende Röhre zu kommen. Die obere Außenfläche der Linse ist mit einem Rande umgeben zur Aufnahme von Kühlwasser, welches einen Zu- und Abfluß hat.

Göttling's oder Babo's Kühlapparat.

Ober das Kühlrohr ist statt des Kühlfasses mit einem weiteren Rohr umgeben, welches mit Wasser gefüllt und mit Zu- und Abfluß versehen ist (nach Art der Einrichtung von Fig. 85 S. 73 und Fig. 200 S. 258).

215.



Der Maischevorwärmer.

Um beim Abkühlen die Maische vorzuwärmen, leitet man das Kühlrohr durch die Maische. Da nun aber die Dämpfe die Maische erwärmen sollen, so kann letztere keine vollständige, sondern nur theilweise Abkühlung der Dämpfe bewirken, und das gewöhnliche Kühlfaß ist daher nicht entbehrlich. Zwischen diesem und der Blase wird ein zweites Kühlfaß e für die Maische eingeschaltet und **Vorwärmer** oder **Refrigerator** genannt. Er ist mit einem Rührapparat versehen, weil sich sonst die Maische wegen ihrer Dickflüssigkeit nicht gleichmäßig erwärmt. Die Weingeistdämpfe werden, wie beim Kühlfasse, entweder in einem Schlangenrohr (wie in der Figur) durch den Vorwärmer geleitet, oder auf eine andere zweckmäßigere Art, z. B. durch eine Verdoppelung des Bodens und der Seitenwand des Vorwärmers (wie bei dem Destillirapparat von Pistorius).

Erzeugung von starkem Branntwein.

Die Erzeugung eines starken Branntweins durch eine einzige Destillation kann auf zweierlei Weise bewirkt werden, entweder indem sich die Destillation durch die Wärme, welche das Destillat beim Abkühlen entwickelt, von selbst wiederholt, oder indem die niedergeschlagenen wässrigen Theile in die Blase zurückfließen und nur der stärkere Weingeist in's Kühlfaß gelangt.

Der Rectificator.

Um die Destillation durch sich selbst zu wiederholen, ist ein Gefäß, der **Rectificator** zwischen Blase und Kühlfaß eingeschaltet, in welchem das Helmrohr fast bis auf den Boden reicht. In diesem Gefäße verdichtet sich der Lutter. Sobald es sich so weit gefüllt hat, daß das Helmrohr in die Flüssig-

---

Kupfergehalt, den man am besten durch Schütteln mit einigen Tropfen Olivenöl erkennt und vollkommen beseitigt. Das Oel zeigt eine grünliche Färbung.

keit eintaucht, muß aller eintretende Dampf durch letztere streichen. Die Flüssigkeit (der Lutter) kommt dadurch in Kochen und wird zum zweitenmale destillirt.

Der Dephlegmator.

Das Gefäß, welches die Weingeistdämpfe nur theilweise abkühlt und so gestellt oder eingerichtet ist, daß die niedergeschlagene wässerige Flüssigkeit wieder in die Brennblase zurückfließt, heißt **Dephlegmator.** Eigentlich wirkt jeder Theil des Destillirapparates als Dephlegmator, dessen Wände einen Fall nach der Blase zu haben, wie der Helm und jedes aufrecht stehende Rohr. Die Dephlegmatoren stehen daher höher als die Blase und haben nur eine theilweise Abkühlung, gewöhnlich durch Maische.

Die Dampfkessel-destillation.

Die Heizung über freiem Feuer giebt Veranlassung zum Anbrennen, besonders bei der durch die Besteuerung hervorgerufenen Methode des Dickmaischens. Man führte daher die Dampfheizung ein, anfangs von außen. Letzteres erfordert aber einen Dampf von höherer Temperatur oder Spannung und dadurch eine kostspielige und schwerer zu handhabende Einrichtung. Man leitet daher jetzt den Wasserdampf unmittelbar in die Maische. Dadurch wird allerdings ein schwächeres Destillat geliefert, allein, da kein Anbrennen zu besorgen ist, so darf auch die Maische um so concentrirter sein.

Das Fuselöl.

Die Verschiedenheit der Branntweinsorten aus verschiedenen mehligen und zuckerhaltigen Rohstoffen in Geruch und Geschmack beruht auf einem kleinen Gehalt von verschiedenen Körpern, welche im Allgemeinen mit den ätherischen Oelen übereinstimmen und mit dem gemeinschaftlichen Namen **„Fuselöl"** bezeichnet werden. Sie sind sämmtlich weit weniger flüchtig als Wasser und daher in dem zuerst übergehenden geistigen Destillat spärlich, in dem letzten wässrigen Theile aber so reichlich enthalten, daß man sie in größerer Menge sammeln kann, und die Flüssigkeit ist milchig davon getrübt.

Die verschiedenen Arten desselben und ihre Bestandtheile.

Das Kartoffelfuselöl ist Amylalkohol (S. 259), welcher nebst Oenanthäther auch im Tresterbranntwein und mit mehreren unbekannten Stoffen im Branntwein aus Rübenmelasse vorkommen soll. Das Fuselöl des Fruchtbranntweins besteht aus 2 ganz verschiedenen Substanzen, welche in 2 verschiedenen Perioden der Destillation auftreten. Zuerst erscheint Amylalkohol, später ein fettiger Stoff von dunkler, meist brauner Farbe, höchst widrigem Geruch und saurer Reaction. Die Fettsubstanz besteht aus einem leichter flüchtigen und einem weniger flüchtigen Theil, der erstere wieder aus Oenanthäther und einem ätherischen Oel, dem **Kornöl**, der schwerer flüchtige aus Oenanthsäure und Palmitinsäure (Margarinsäure). Die Palmitinsäure bildet bei weitem den größten Theil, das Kornöl nur einen geringen Theil, die Oenanthsäure etwas mehr von dem Gewichte der fettigen Masse. Wahrscheinlich enthalten die Fuselöle noch andere Bestandtheile. So fand man im schottischen Kornbranntwein (Whisky S. 428) ein eigenthümliches grünes Oel von rauchigem Geruche. Das Malz soll weniger Fuselöl liefern als ungemalztes Getreide und gehopfte Würze gar kein Fuselöl.

Das Runkelrübenfuselöl enthält Capron- und Caprylsäure und einen Aether von unbekannter Zusammensetzung.

Entstehung des Fuselöls.

Ob die Fuselöle schon in den Rohstoffen vorhanden, oder erst bei der Gährung oder Destillation entstehen, ist noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt. Sie scheinen sich jedoch aus eigenthümlichen Substanzen zu bilden, welche schon durch die Vegetation entstehen (vgl. S. 400), aber ihre Entwicklung scheint eben so sehr von der Destillation als von der Gährung abhängig zu sein.

Einfluß des Fuselöls auf die Beschaffenheit des Branntweins.

Die Fuselöle verleihen den Branntweinsorten ihre Eigenthümlichkeiten und bei der kleinen Menge, in welchen sie darin vorkommen, auch in der Regel einen angenehmen Geschmack. Nur der Amylalkohol ertheilt den Branntweinen, worin er sich reichlicher vorfindet, einen üblen Geschmack und Geruch. Doch ziehen Branntweintrinker Kartoffelbranntwein von einem gewissen Fuselgehalt dem fuselfreien Branntwein vor.

Entfuselung des Branntweins.

Zu gewissen Zwecken, wie zur Likörfabrikation und Parfümerie sind jedoch fuselfreie Branntweine Bedürfniß. Die Entfuselung bildet daher einen Zweig der Branntweinbrennerei. Man verwendet hiezu gewöhnlich den Kartoffelbranntwein als die billigste Sorte.

Die verschiedenen Mittel zur Entfuselung.

Man hat verschiedene Stoffe zur Entfuselung angewendet, von denen sich aber keiner außer der Kohle bewährt hat. Säuren und Alkalien wirken chemisch auf die Fuselöle, sie verändern, aber sie beseitigen sie nicht, und wirken zum Theil auch auf den Alkohol zersetzend ein. Fette Oele und fetthaltige Stoffe, wie Milch und Mandelkleie sind nicht wirksam genug, sie entziehen zwar leicht dem Wasser, aber weit schwieriger dem Alkohol das Fuselöl.

Die Kohle als Entfuselungsmittel.

Die Pflanzenkohle bewirkt die Entfuselung kräftiger als die Thierkohle, besonders die von leichtem, schwammigem Holze, wie die Lindenkohle. Man wendet sie in erbsen- bis haselnußgroßen Stücken in frischgeglühtem Zustand an.

Verfahren bei der Entfuselung.

Die Einwirkung geschieht entweder kalt durch Digestion oder Filtration, oder warm durch Rectification über Kohlen. Da aber der Weingeist in der Siedhitze das Fuselöl leicht wieder anzieht, so schaltet man entweder eigene Gefäße mit Seihböden zur Ausbreitung der Kohle zwischen Blase und Kühlapparat ein, um die Weingeistdämpfe durchzuleiten, oder man bringt die Kohlen in den Kühlapparaten, z. B. im Beckenapparat an.

Die Ablagerung des Branntweins.

Uebrigens verbessert sich der Branntwein, wie der Wein, auf dem Lager durch innigere Verbindung der Bestandtheile. Der Fuselgeschmack mildert und verfeinert sich bei allen Branntweinsorten, und das Wasser, nicht blos dasjenige, welches nach der Destillation zur Verdünnung zugesetzt wird, sondern auch das bei der Destillation mit übergehende tritt in nähere Verbindung mit dem Alkohol und der Branntwein gewinnt dadurch so sehr an Lieblichkeit des Geschmackes, daß man derselben selbst bei fuselfreiem Branntwein den Verlust zum Opfer bringt, welcher durch die Verdunstung erwächst. Eine ähnliche Wirkung wie die Ablagerung soll der Frost hervorbringen.

Das Fuselöl als Nebenproduct.

Man erhält bei der Branntweinbrennerei das Kartoffelfuselöl als Nebenproduct, indem man das Phlegma mit Kochsalz sättigt, bei verstärktem Feuer destillirt und das Oel von dem mit übergegangenen Wasser abnimmt. Es dient zum Brennen und zur Darstellung der Baldriansäure und mehrerer wohlriechender Aetherarten für die Likörfabrikation und Conditorei (S. 260). Zur Firnißbereitung hat es wegen seines üblen Geruches noch keinen Eingang gefunden.

Die Liköre.

Mit der Branntweinbrennerei wird häufig die Likörfabrikation verbunden. Sie hat zur Aufgabe, den Branntwein durch Zusatz von Zucker und aromatischen Substanzen in ein angenehmeres Getränk zu verwandeln oder ihn gleichsam zu veredeln. Diese veredelten Branntweine heißen zum Unterschiede von den gewöhnlichen oder einfachen, zusammengesetzte Branntweine oder **Liköre**. Man theilt sie, hauptsächlich nach ihrem Gehalt an Zucker und Weingeist, in mehrere Classen:

Eintheilung.

Sie heißen Wasser, wenn sie wenig, Liköre in engerem Sinne, wenn sie mehr Zucker enthalten und gefärbt sind; Crême (Rahm), wenn sie so viel Zucker enthalten, daß sie fast syrupdick sind, völlig farblos und

von besonders feinem Geschmack sind; **Huile** (Oel), wenn der Zucker längere Zeit mit Wasser gekocht worden war, sie sollen dadurch die ölige Beschaffenheit erhalten, wodurch sich diese Liköre auszeichnen. Aquavit heißt die geringste Sorte der Liköre und Ratafia die Fruchtliköre.

Darstellung. Man destillirt den Branntwein über den aromatischen Stoffen oder macerirt sie damit (läßt sie bei gewöhnlicher Temperatur damit weichen) und setzt dann den Zucker zu. Wo außer dem Aroma keine nicht flüchtigen Stoffe, wie Gerbsäure oder Bitterstoff ausgezogen werden sollen, erhält man die Liköre weit schneller und oft noch von besserer Beschaffenheit, wenn man statt der Destillation oder Maceration den Branntwein mit den entsprechenden ätherischen Oelen versetzt.

Das Färben derselben. Nur die durch Destillation und mit Oelen verfertigten können gefärbt werden, weil die durch Maceration erzeugten schon durch braunen Extractivstoff oder durch andere Farbstoffe gefärbt sind. Die Farben müssen natürlich unschädlich sein. Roth wird gewöhnlich durch Cochenille, Blau durch Indigschwefelsäure, Gelb durch Saffran oder Curcuma, Violett durch Lackmus oder Blau und Roth, Grün durch Blau und Gelb, Braun durch Caramel hervorgebracht.

Die Brodbereitung.

Der wichtigste Vorgang bei der Brodbereitung, das Gehen des Teiges beruht gleichfalls auf einer geistigen Gährung.

Die Bäckerei hat zum Zweck, das Getreidemehl in eine leichter verdauliche und zugleich wohlschmeckende Speise von möglichster Haltbarkeit zu verwandeln.

Wichtigkeit der Brodbereitung. Zur Verdauung der rohen Getreidesamen gehören Verdauungswerkzeuge, wie man sie nur bei Thieren antrifft, die ausschließlich von Pflanzenkost leben, und das Mehl ist in trocknem Zustand nicht zum Verschlucken geeignet. Durch Erweichen oder Kochen mit Wasser erhält man aber Speisen, wozu man stets Gefäße haben müßte, um sie mit sich zu tragen, und die in kürzester Zeit verderben würden, abgesehen davon, daß sie nicht den angenehmen Geschmack des Brodes, sondern einen faden Geschmack besitzen, welcher bald Ueberdruß bewirkt. Wollte man aber das Mehl mit Wasser sogleich nachdem es zum Teige gemacht ist, unmittelbar backen, bis es seine teigige Beschaffenheit verloren hat und durchaus trocken ist, so würde man eine gummiartige Masse erhalten, die so hart ist, daß sie sich nicht kauen läßt und so langsam erweicht, daß sie schwierig zu verdauen wäre.

Zwieback. Wird nur wenig Wasser zum Teige genommen und bei niedriger Temperatur gebacken, so verwandelt sich nur ein Theil (der durchfeuchtete) der Stärke in Kleister, während der andere die Mehlform behält. Von dieser Art war das Brod in früheren Zeiten allgemein, jetzt nur in einzelnen Gegenden, sowie der **Schiffzwieback**[1]) und die Osterbrode der Juden. Bei

---

1) Richtiger **Schiffbrod** (Cake) und nicht zu verwechseln mit dem eigentlichen **Schiffzwieback.** Ersteres wird ohne Hefe bereitet, aber nur einmal gebacken, und ist im trocknen Zustande nicht genießbar, sondern nur zum Kochen zu verwenden. Letzterer erhält Hefe, wird zuerst gebacken, dann getrocknet und ist das gewöhnliche Brod der Seereisenden. Das erstere läßt man deshalb nicht gehen, weil es als poröse Masse der Luft und daher der Verderbniß mehr ausgesetzt wäre. Es wird mehrmals durchstochen um alles Aufgehen zu verhindern, nicht

dieser Vertheilung des getrockneten Kleisters durch Stärkmehlkörner ist solches Brod ziemlich leicht zu erweichen und zu verdauen, aber schwer zu kauen und es fehlt ihm gleichfalls der Wohlgeschmack, welchen das gewöhnliche Brod durch eine anfangende Röstung erlangt.

Das gewöhnliche Brod.

Bei der jetzigen Darstellung des gewöhnlichen Brodes wird der Teig beim Backen aufgelockert und in eine poröse schwammige Masse verwandelt, welche von der Verdauungsflüssigkeit durchdrungen und gelöst wird. Dies bewirkt das Gehen oder die Gährung, welche dem Backen vorhergeht. Man verwendet fast nur Roggen und Weizen zu Brod, selten Gerste und Haber.

Die Fermente bei der Brodgährung.

Liegt der Teig vor dem Backen längere Zeit an einem warmen Orte, so verwandelt sich etwas Kleber in Hefe und versetzt den Zucker des Mehles in geistige Gährung. Rascher wird die Gährung durch Hefe eingeleitet, jedoch gewöhnlich nur bei Weißbrod. Bei Schwarzbrod wendet man der Billigkeit wegen den Sauerteig als Ferment an. Die Hefe wirkt schneller als der Sauerteig und ertheilt dem Brode keinen sauren Geschmack. Das mit Sauerteig bereitete heißt **gesäuertes** Brod, während man unter **ungesäuertem** Brode nur dasjenige versteht, welches ganz ohne Ferment bereitet ist, wie das Schiffbrod und das Osterbrod der Juden, weil man in älteren Zeiten kein anderes Brodferment als den Sauerteig kannte.

Der Sauerteig.

Der **Sauerteig** ist derjenige Theil des Teiges, welcher von einem Gebäcke zum andern aufgehoben wird. Er fährt während dieser Zeit in der Gährung fort, geht zum Theil in Essigsäure und Milchsäure über und erhält dadurch einen sauren Geschmack. Dauert die Zeit zwischen 2 Gebäcken lange, wie auf dem Lande oft 2—3 Wochen, so nimmt die Säurebildung beträchtlich zu, und je mehr dies geschehen ist, um so stärker erregt auch der Sauerteig in dem neuen Teige die Neigung zur Säuerung.

Das Anfrischen des Sauerteigs.

Er muß daher **angefrischt** werden, d. h. man versetzt ihn einige Zeit vor dem nächsten Gebäcke mit einem Theile des zu verwendenden Mehles und Wasser. Ist die Gährung eingetreten, so wird zum zweitenmale mit mehr Mehl angefrischt, auch zum drittenmale und bisweilen noch öfter, so daß selbst die Hälfte des Mehles zum Frischen aufgeht. In jedem dieser neuen Teige muß die Neigung zur Säurebildung mehr abnehmen als im vorhergehenden, bis sie zuletzt auf das gewöhnliche Maaß unterdrückt ist.

Zugleich wird auf solche Weise die kleine Menge des Ferments ($^1/_{25}$—$^1/_5$) gleichförmiger im Teige zertheilt, als wenn man es auf einmal zur ganzen Mehlmasse kneten wollte. Ferner vermehrt sich bei jedem Anfrischen der Gährungsstoff, indem bei jeder Gährung eine gewisse Menge Kleber in Ferment übergeht.

Häufig läßt man den Sauerteig bei langer Aufbewahrung austrocknen, wo er, wie die getrocknete Hefe, seine Wirksamkeit am längsten zu erhalten scheint.

In frequenten Bäckereien, besonders in Städten, folgen sich die Gebäcke so schnell, daß man gar keinen eigentlichen Sauerteig hat. Man theilt den Teig in einen kleinen und größeren Theil, wovon der erste sogleich wieder angefrischt und der größere verbacken wird. Auf dem Lande rührt man den 2—3 Wochen alten Sauerteig, in Wasser vertheilt, sogleich auf einmal unter das Mehl, daher das saure Brod der Landbewohner.

---

gesalzen und bei niedriger Temperatur gebacken, weil sowohl das Salz, als eine braune Rinde die Feuchtigkeit anzieht.

Der Sauerteig mag übrigens noch so frisch verwendet werden, so wird er doch immer mehr zur Milchsäurebildung geneigt bleiben, als eine bei kräftiger Weingährung vollkommen ausgebildete Hefe. Das Schwarzbrod kann deshalb in der Wärme des Magens leicht Säurebildung veranlassen, daher die schwere Verdaulichkeit desselben, namentlich bei schwächlichen Individuen, wo es längere Zeit im Magen verweilt. Schwarzbrod schwerer verdaulich als Weißbrod.

Da beim Gähren des Teiges der vorhandene Zucker und wahrscheinlich auch ein Theil des Stärkmehls, nachdem er in Zucker übergegangen, sich in Weingeist und Kohlensäure verwandelt und dadurch nebst einem Antheil Kleber verloren geht, da ferner dem Teige ohnedies Kochsalz zugesetzt wird, so hat man vorgeschlagen, einen Theil des Teiges, dem man Soda zugesetzt hat, mit dem andern zusammenzukneten, der mit der entsprechenden Menge Salzsäure versetzt ist, um Kochsalz zu bilden und Kohlensäure zum Auftreiben des Teiges zu entwickeln. Allein man fand, daß hierdurch nur eine plötzliche Gasentwicklung während des Knetens, aber keine nachhaltige stattfindet. Andere Mittel den Teig zu lockern. Soda mit Salzsäure.

Beim **Lebkuchenteig** ist jedoch ein ähnliches Verfahren nicht nur möglich, sondern auch nothwendig. Dieser enthält so viel Syrup oder Honig, daß er selbst mit Hefe nicht in Gährung kommt. Man versetzt ihn daher mit Pottasche. Die Säure des Syrups, welche schon vorhanden ist, nebst derjenigen, die noch bei dem wochenlangen Liegen des Teiges fortwährend entsteht, liefert eine dauernde Kohlensäureentwicklung. Pottasche.

Da jedoch die Pottasche im Ueberschusse nicht nur leicht einen unangenehmen Geschmack und Geruch, sondern auch schädliche Folgen für die Verdauung veranlaßt, und sehr langes Liegen des Teiges erfordert, so hat man später kohlensaures Ammoniak statt Pottasche angewendet. Jeder Ueberschuß desselben verflüchtigt sich beim Backen, und da es schon durch seine Verflüchtigung, auch ohne Säure, wirkt, so erspart es das lange Liegen des Teiges ganz. Kohlensaures Ammoniak.

Andere Zuckerbackwerke werden gleichfalls ohne Hefe bereitet. Man versetzt sie mit Eiweißschaum oder **Schnee**. Die vielen Luftblasen, welche dadurch in den Teig kommen, dehnen sich beim Backen aus und wirken ganz wie die Kohlensäure und der Weingeist des gegangenen Teiges. Eiweiß.

Auch Branntwein oder Arrak werden zu diesem Zwecke zugesetzt. Weingeist.

Der **Blätterteig** (spanischer oder Butterteig) wird erhalten, indem man den gut abgekühlten und dünn ausgerollten Teig stark mit Butter bestreicht, zusammenschlägt, wieder ausrollt und dies öfter wiederholt. Der Teig ist nun durch Fett in zahlreiche Blätter getrennt, welche sich beim Backen durch die Verdampfung der Feuchtigkeit erheben und so gleichfalls eine Lockerung des Gebäckes bewirken. Butter.

Zur Bereitung des Brodteiges versetzt man das Mehl mit lauwarmem Wasser (je nach der Jahreszeit von 18—30° R.). Das Mehl bindet um so mehr Wasser, je weniger es selbst enthält, das beste $^3/_4$, schlechtes $^1/_2$, um so mehr, je älter und trockner es ist, im Durchschnitte $^2/_3$ seines Gewichtes, besonders viel das sogenannte Kunst- oder Dauermehl (von den englischen und americanischen Kunstmühlen), weil es vor dem Mahlen nicht genetzt zu werden braucht. Die nöthige Menge Wasser zum Brodteig.

Je weniger Wasser man zum Teig nimmt, desto schwerer ist er zu kneten, um so weniger geht er auf, desto nahrhafter und sättigender, aber auch um so schwerer verdaulich ist das Brod.

Man rührt anfangs nur einen Theil des Mehles mit dem Wasser zu einem dünnen Teige an, weil die Gährung um so leichter eintritt, je mehr Das Anmachen des Teiges.

Die erste Gährung.

Wasser zugegen ist, und läßt ihn 4—6 Stunden oder länger an einem mäßig warmen Orte stehen.

Proceß beim Gehen des Teiges.

Es bildet sich Kohlensäure und Weingeist, welche durch die Zähigkeit des Teiges am Entweichen gehindert, denselben auflockern, in die Höhe treiben oder das Gehen bewirken. Diese Zähigkeit beruht auf dem Klebergehalte des Mehles (S. 325), wird aber durch die Vermehrung des Wassers vermindert. Man knetet ihn daher, sobald die Gährung eingeleitet ist, mit dem übrigen Theile des Mehles zusammen, weil er sonst zu weich ist und wieder einsinkt.

Das Kneten.

Das Kneten des Teiges muß in warmen Backstuben und mit Kraft, Geschick und Schnelligkeit geschehen, um durch gleichmäßige Mengung des Wassers mit dem Mehl die möglichste Elasticität zu erreichen und viel Luft in den Teig zu bringen, bis alle Klümpchen verschwunden sind und der Teig nicht mehr an der Hand haftet. Er wird meistens mit etwas Salz ($^1/_2$—1% vom Gewichte des Mehles) versetzt.

Knetmaschinen.

Da das Kneten mit den Händen eine sehr anstrengende, zeitraubende und nicht besonders reinliche [1]) Arbeit ist, so hat man Knetmaschinen in Anwendung gebracht, allein die Beseitigung von fremden Körpern (Körner, Hülsen, Mehlklumpen, Steine), welche der Geübte leicht durch das Gefühl unterscheidet, sind bei der Maschinenarbeit nicht zu beseitigen und der richtige Zusatz von Wasser, Sauerteig und Mehl, welcher jeden Augenblick von den Umständen abhängt, ist durch keine Maschine, sondern nur nach dem Gefühl zu bewirken.

Die zweite Gährung und das Auswirken.

Nach dem Kneten wird der Teig abermals einer Gährung überlassen, die aber kaum halb so lange dauert als die erste, und hierauf **ausgewirkt**, oder in Stücke von bestimmtem Gewichte geformt. Auf 100 Gewichttheile fertiges Brod müssen 115—117 Theile Teig, für kleine und lange Brode etwas mehr genommen werden. Die geformten Leibe werden mit Mehl oder Kleie bestreut und in Leinwand geschlagen, auf Körbe oder Backbretter gelegt und einer dritten Gährung überlassen, wobei der Teig um die Hälfte oder um's Doppelte an Umfang zunimmt. Die Gährung darf nicht zu lange dauern, weil sonst Säurebildung eintritt, es entwickelt sich kein Gas mehr und der Teig fällt wieder zusammen.

Die dritte Gährung.

Während dem bestreicht man das Roggenbrod mit Wasser, damit das Gas an der Oberfläche entweichen kann und der Teig keine Risse bekommt. Dies wird kurz vor dem Backen wiederholt und ertheilt der Rinde den Glanz durch Auflösen von Stärkegummi, und mildert die Einwirkung der Hitze auf die Außenfläche.

Das Backen.

Sobald der Ofen heiß genug ist, wird das Brod hineingebracht oder **eingeschossen** und bei 160—200° R. ausgebacken. Die Dauer des Backens wechselt zwischen $^1/_2$ und 3 Stunden je nach der Größe, Form und Beschaffenheit des Brodes. Schwarzes Brod erfordert längere Zeit als weißes.

Proceß beim Backen.

In der Hitze des Ofens entsteht im Teige keine Kohlensäure mehr, aber sie dehnt sich aus, Weingeist und Wasser verwandeln sich in Dampf. Dadurch nimmt der Umfang des Brodes abermals gegen das Doppelte zu. An der Oberfläche wird das Stärkmehl in Gummi verwandelt, getrocknet und geröstet und dadurch die **Rinde** gebildet, welche sich durch ihre Härte, braune Farbe und einen angenehm bitterlichen Röstgeschmack von der inneren

---

1) Bei dem Brode für Feldbäckereien und beim Zwieback ist man sogar gezwungen, den Teig durch Treten mit den Füßen zu bearbeiten.

Masse oder Krume unterscheidet. Die **Krume** wird bei gewöhnlichem Brode nicht völlig ausgetrocknet und daher auch nicht über den gewöhnlichen Siedepunkt des Wassers erhitzt. Das Stärkmehl der Krume wird daher nicht wesentlich verändert und nur in Kleister umgewandelt. Die Wände der Zellen, welche die Brodkrume bilden, bestehen daher aus einem halb ausgetrockneten Gemenge von Stärkekleister und Kleber.

Die Backöfen.

Man benützt zum Backen des Brodes fast überall noch Backöfen von derselben Einrichtung wie seit den ältesten Zeiten. Sie bestehen aus einem von Backsteinen aufgeführten Raume mit flacher, nach hinten schwach aufsteigender Heerdsohle, um sie bequemer übersehen zu können. Diese ist mit einem niedrigen Gewölbe überspannt. 3 oder 4 Züge im hinteren Theile führen über dem Gewölbe zurück in den vorn über dem Mundloch befindlichen Camin. Diese Oefen werden über die zum Backen nöthige Temperatur geheizt, weil erst nach Entfernung des Feuers und der Asche, im Feuerraume selbst gebacken wird durch die Wärme des erhitzten Gemäuers.

Die Wärme wirkt vom Gewölbe aus durch Strahlung und von der Sohle durch unmittelbare Leitung. Soll das Gebäcke nicht zu lange Zeit erfordern oder unvollständig ausbacken, so muß zwischen jedem Gebäcke etwas nachgeheizt werden. Die nöthige Nachheizung darf jedesmal etwas schwächer sein bis etwa zum fünftenmale.

Fehler und Verbesserungen an den Backöfen.

Diese Oefen kosten — namentlich bei einzelnen Gebäcken zum Privatgebrauche — unverhältnißmäßig viel Brennmaterial und verursachen zwischen jedem Gebäcke Unterbrechungen, welche namentlich für größere Geschäfte sehr störend sind. Außerdem sind sie nicht gleichmäßig zu heizen und kühlen auch ungleichmäßig ab, am schnellsten im vorderen Theile. Man hat daher die Backöfen zu verbessern gesucht, indem man die Feuerung vom Backraum trennte, so daß ununterbrochen gebacken und mit jedem Brennstoff (Torf, Braun- und Steinkohle) geheizt werden kann. Die Heizung geschieht meist durch heiße Luft.

Diese Verbesserungen haben jedoch nur in großen Geschäften, wie in Militär- und Gemeindebäckereien Eingang gefunden, weil in kleineren Bäckereien die Zeit des Nachheizens ohne alle Störung mit andern Arbeiten hingeht und der Holzaufwand nicht so fühlbar ist, daß man sich leicht zu neuen Einrichtungen entschließt, die in der Anlage größere Kosten veranlassen, während man von ihren Leistungen nicht überzeugt ist.

Die Tabakfabrikation.

Die Tabakfabrikation zerfällt in einen mechanischen und in einen chemischen Theil. Der erstere hat die Aufgabe, dem Blatte die zum Genusse geeignete Form zu geben. Der chemische Theil beschäftigt sich mit der Veredlung des Geruches und der Befreiung des Tabaks von schädlichen Wirkungen und sucht beide Zwecke durch einen Gährungsproceß zu erreichen.

Die verschiedenen Sorten der Blätter.

Unter den verschiedenen Arten der Tabakpflanze wird der gewöhnliche Tabak (Nicotiana Tabacum) am häufigsten gebaut. Derselbe liefert jedoch nach Boden, Klima und Cultur ein sehr verschiedenes Product. Der beste kommt aus den südlichen Staaten von Nordamerica, Virginien, Mariland &c., von den Antillen, Columbien und Brasilien, namentlich aus der Havannah auf Cuba und von Varinas in Columbien. Die nördlichen Gegenden liefern den schlechtesten; den besten in Europa die Türkei, Ungarn und Holland. Der deutsche hat einen süßlich widerlichen Nebengeruch, **Kneller.** Auch der

aus americanischen Samen in Deutschland gezogene nimmt denselben in 2—3 Jahren allmälig an.

Die Bestandtheile des Tabaks.

Die charakteristischen Bestandtheile des Tabaks sind das Nicotianin, das Nicotin und die Tabaksäure. Das Nicotianin oder der Tabakcampher ist eine fettartige Substanz von dem angenehmen Geruche des Tabakrauchs und von bitterem, aromatischem Geschmack, übrigens noch wenig untersucht. Das Nicotin ($C_{20}H_{14}N_2$) ist ein Alkaloid (S. 254) und bildet ein farbloses Oel von schwachem, beim Erwärmen dagegen, oder bei Gegenwart von Ammoniak höchst starkem, beißendem Tabakgeruch und scharfem, ätzendem Geschmack. Es ist ein sehr starkes betäubendes Gift, welches kleinere Thiere schon tropfenweise tödtet. Die Tabaksäure ($C_6H_4O_8$) ist der Aepfelsäure ähnlich und wurde früher auch für dieselbe gehalten. Die Güte des Tabaks ist jedoch weder von Nicotin, noch von der Tabaksäure, sondern von seinem Gehalt an Nicotianin abhängig.

Außerdem enthält der Tabak Eiweiß, eine kleberartige Substanz, Gummi, Harz, Holzfaser, salpetersaures Kali und die gewöhnlichen Salze der Pflanzen.

Der chemische Theil der Tabakfabrikation.

Die Hauptaufgabe der Tabakfabrikation ist, durch theilweise Verflüchtigung des Nicotins die natürliche Stärke und Schärfe zu mildern, die stickstoffhaltigen Substanzen, welche beim Verbrennen einen üblen Geruch entwickeln, zu zerstören und das Aroma des Tabaks zu entwickeln oder durch künstliche Zusätze zu verbessern.

Vorbereitende Behandlung.

Man läßt die frischen Blätter einige Tage in dünnen Schichten liegen, damit sie etwas schwitzen und welk werden und hängt sie dann an Fäden oder dünnen Hölzern zum Trocknen auf. Bisweilen läßt man sie gähren, namentlich viele americanische Sorten. Man wartet feuchte Tage ab, wo die trocknen Blätter Feuchtigkeit aus der Luft angezogen haben, und legt sie in 10 Fuß hohe Haufen auf einander. Sie erhitzen sich nun, man schafft daher jetzt die äußere Schichte nach innen, läßt sie sich wieder erhitzen und legt sie hierauf locker zum Trocknen umher.

Die Wirkung der Gährung.

Bei der Gährung werden angenehm riechende Fuselöle erzeugt und die kleberartigen Bestandtheile zersetzt, welche wie alle Stickstoffsubstanzen beim Brennen einen widrigen Horngeruch verbreiten. Es bildet sich Ammoniak und dieses vermittelt die Verflüchtigung eines Theils des Nicotins, indem es als stärkere Basis das Nicotin aus seinen Salzen abscheidet und als Ueberschuß bei seiner Verflüchtigung mit sich verdunstet.

Die eigentliche Fabrikation des Tabaks theilt sich in 4 Zweige: 1. Cigarren, 2. Kautabak, 3. gewöhnlicher Rauchtabak, 4. Schnupftabak.

Nur bei den zwei letzteren Arten folgen der vorbereitenden Behandlung noch wesentliche chemische Operationen.

Rauchtabak.

Zum Rauchtabak werden die Blätter mit Wasser befeuchtet und geschnitten, gekräuselt und auf einem luftigen Boden getrocknet. Schlechter Tabak wird bisweilen mit Wasser ausgelaugt, welches zwar den Knellergeruch, aber auch viele der anderen Bestandtheile auszieht, die man alsdann durch eine Sauce zu ersetzen sucht. Die **Sauce** besteht aus einer Abkochung von Abfällen besserer Tabaksorten oder anderer wohlriechender Substanzen. Schwerer, dumpfiger oder schlechter Tabak wird auf die Darre gebracht und auf 80—96° R. erhitzt, wodurch er viel von seiner narkotischen (betäubenden) Wirkung verliert, indem Nicotin in Dämpfen entweicht, welche die Augen zu Thränen reizen, und ein Theil des Knellergeruches vergeht. Auch verlieren dadurch die Stickstoffsubstanzen ihre Gährung erregende Wirkung. Der Sauce wird häufig Kochsalz zugesetzt, um das Verbrennen beim Rauchen zu mäßi-

gen. Die Brennbarkeit des Tabaks hängt nicht sowohl von seinem Salpetergehalt ab, als vielmehr von dem Gehalte an pflanzensaurem Kali, da dieses eine voluminöse Kohle bildet, während die mineralsauren Kalisalze, sowie die Kohle sämmtlicher Kalksalze eine dichte Masse bilden.

Proceß beim Rauchen des Tabaks.

Beim Rauchen des Tabaks wird immer die der brennenden Oberfläche zunächst gelegene Schichte in trockene Destillation versetzt, deren Producte nebst denen der wirklichen Verbrennung in den Mund des Rauchers gelangen. Die ersteren sind ein eigenthümliches brenzliches Oel, Brandharz, Ammoniak, Paraffin (s. Producte der trocknen Destillation), etwas Essigsäure und ziemlich viel Buttersäure, die letzteren Kohlenoxydgas, Kohlensäure, Grubengas und Leuchtgas. Die Abwesenheit des Kreosots erklärt zum großen Theil, warum der Tabakrauch nicht im Halse kratzt und zum Husten reizt wie der Rauch des Holzes.

Schnupftabak.

Die Blätter zum Schnupftabak erhalten schon in der Cultur eine andere Behandlung und verlangen einen starken thierischen Dünger, während der Rauchtabak Pflanzendünger erfordert. Häufig verwendet man nur die Rippen und Abgänge zum Schnupftabak.

Der Geruch des Schnupftabaks muß sich schon bei gewöhnlicher Temperatur kräftig entwickeln. Man unterwirft ihn daher einem stärkeren Gährungsproceß und zwar mit Ammoniak, oder Ammoniak entwickelnden Mischungen wie kohlensaures Kali oder Natron mit Salmiak, weil das Ammoniak die Verdunstung flüchtiger Substanzen oder die Entwicklung des Geruches befördert. Kochsalz wird zugesetzt, um die Gährung zu mäßigen und Fäulniß zu verhindern. Die Salze und Alkalien tragen auch zur Erhöhung der reizenden Wirkung des Nicotins auf die Schleimhaut der Nase bei. Zur Verstärkung der Gährung dienen Zucker oder zuckerhaltige Stoffe wie Syrup, Honig, Traubenmost, Rosinen, Hollundersaft, Zwetschgen, Johannisbrod, Feigen, Tamarinden. Das Aroma sucht man durch eine große Zahl wohlriechender Stoffe zu erhöhen, wie Calmus, Zimmet, Veilwurz, Alant, Tonkabohnen, Vanille, Steinklee, Rosenblätter, Wachholderbeeren, Anis, Fenchel, Lorbeerblätter, Wein, Arrak, ätherische Oele und viele andere Dinge. Selten läßt man die Gährung vollenden, um nicht durch die Erhitzung das Aroma der Sauce zu verlieren.

Der beste Schnupftabak ist der französische. Er zeichnet sich durch den reinen Tabakgeruch aus. Man unterwirft ihn ohne alle aromatischen Zusätze mit etwas Weinhefe, Salmiak, Pottasche und Kochsalz einer vollständigen Gährung, wobei sich viele Wärme und endlich der angenehme Geruch entwickelt, den man am Pariser Rapé schätzt, während man in solchen Fabriken, wo nur geringe deutsche Blätter oder blos die Rippen der besseren ausländischen Sorten verarbeitet werden, zu aromatischen Zusätzen gezwungen ist.

Schleimgährung.

Die Schleimgährung besteht in der Zersetzung des Zuckers in einen dem arabischen Gummi isomeren Schleim (S. 295) nebst Milchsäure, Mannit und etwas Bernsteinsäure unter Abscheidung von Wasser und Entwicklung von Kohlensäure und bisweilen auch Wasserstoff. Die Bedingungen, unter welchen dieselbe eintritt, sind folgende:

1. Die Gegenwart von gährungsfähigem, besonders gemeinem Zucker.
2. Mangel an Säure oder Gegenwart von schwach alkalischer Reaction, daher

3. ausgewaschene Hefe als Ferment.
4. Die gewöhnliche oder eine höhere Temperatur bis 32° R.
Die übrigen Bedingungen (Wasser und Luftzutritt) sind wie bei der Weingährung (S. 396).

Sie tritt daher besonders leicht im Safte der Runkelrüben, Möhren und Zwiebeln, Abkochungen von Hülsenfrüchten und Kräutergemüsen ein, bisweilen auch bei gerbsäurearmem Most in warmen Kellern. Die Schleimgährung dauert oft sehr lange (Monate lang).

Milchsäuregährung.

Die Milchsäuregährung besteht in der Umwandlung des Zuckers in Milchsäure unter Aufnahme von Wasser ohne Gasentwicklung. Sie ist noch öfter als die Schleimgährung von der Bildung von Mannit und Bernsteinsäure begleitet. Die Bedingungen, unter welchen sie eintritt, sind folgende:

1. Eine stickstofffreie Substanz, wie Stärkmehl, Zucker, Dextrin. Am leichtesten gehen Dextrin und Milchzucker in diese Gährung über, langsamer Rohrzucker und noch später Stärkmehl; letztere, ohne zuvor in Frucht- oder Krümelzucker überzugehen.
2. Die Gegenwart von Fett, besonders Butyrin, Hircin und die phosphorhaltigen Fette des Dotters und Gehirns.
3. Als Ferment dienen Proteïnverbindungen (S. 309), welche in feuchtem Zustand an der Luft einen gewissen Grad der Zersetzung erlitten haben, die meisten erst, nachdem sie die Fähigkeit, die Weingährung einzuleiten, bereits verloren. Doch sollen die Leimsubstanzen vorher zur Milchsäuregährung tauglich sein und erst, nachdem sie dieses Vermögen verloren haben, zur Weingährung. Leim und thierische Häute wirken auch ohne Gegenwart von Fett.
4. Die günstigste Temperatur ist zwischen 24 und 32° R.
5. Sie wird gleichfalls durch saure Reaction verhindert und durch schwach alkalische befördert. Die Säure muß daher von Zeit zu Zeit gesättigt oder gleich anfangs Kreide zugesetzt werden.

Wasser und Luftzutritt sind wie bei der Wein- und Schleimgährung. (Vgl. auch Milchsäure S. 233, 272 und 326).

Buttersäuregährug.

Die Buttersäuregährung besteht in der Umwandlung der Milchsäure in Buttersäure unter Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff. Die Bedingungen zur Buttersäuregährung sind:

1. Die Gegenwart von freier Milchsäure oder eines milchsauren Salzes.
2. Als Ferment dienen Proteïnsubstanzen, welche um einen Grad der Zersetzung weiter fortgeschritten sind, als der, worin sie die Milchsäuregährung einleiten.
3. Sie erfolgt nicht nur bei derselben Temperatur, wie die Milchsäuregährung, sondern auch bei niedrigen Temperaturen bis 8° R.
4. Wie bei der Milchsäuregährung muß die Anhäufung von zu vieler Säure verhindert werden.

Man bewirkt die Buttersäuregährung am schnellsten und billigsten durch Versetzen eines dünnen Breies von gekochten Kartoffeln und Wasser mit etwas Kreide und gekochtem Fleisch, welches so lange an der Luft gelegen war, daß es zu riechen anfängt.

Die Zuckergährung

oder die Umwandlung des Stärkmehls in Krümelzucker durch Diastase und andere Proteïnverbindungen ist schon beim Krümelzucker S. 304 und bei der Diastase S. 329 erwähnt worden.

Fäulniß.

Man versteht unter Fäulniß die selbstständige (oder von der Mitwirkung anderer Körper unabhängige) Zersetzung organischer Körper durch Wasser und beschränkten Luftzutritt[1]).

Die Zahl der fäulnißfähigen Körper ist sehr klein, aber sie sind überall verbreitet. Vor allen gehören die Stickstoff- und Schwefelsubstanzen des Thier- und Pflanzenreiches, nämlich die Proteïnverbindungen und einige ihrer Zersetzungsproducte hieher. Die schwache chemische Verwandtschaft des Stickstoffs, des indifferentesten aller Elemente macht es erklärlich, warum besonders die Stickstoffsubstanzen einer Zersetzung durch bloses Wasser fähig sind. Die einzige hervortretende chemische Anziehung, nämlich die zum Wasserstoff äußert sich bald in der Bildung von Ammoniak, indem sich Wasser zersetzt, worauf sich der Sauerstoff desselben und die übrigen Elemente des organischen Körpers nach ihrer Verwandtschaft vereinigen.

Die Bedingungen zur Fäulniß sind dieselben wie die zur Gährung. Die Fäulniß tritt zwar ein, ohne daß die Körper gelöst sind, doch müssen sie sich wenigstens in Wasser erweichen, und sie erfolgt um so später und langsamer, je dichter und unauflöslicher die Substanzen sind. Sehnensubstanz geht später in Fäulniß über als geronnenes Eiweiß und dieses wieder langsamer als ungeronnenes, flüssiges. Fette Harze und flüchtige Oele faulen gar nicht. Die Temperatur begünstigt die Fäulniß um so mehr, je höher sie ist, doch sind die Producte bei verschiedenen Temperaturen verschieden. Die Bedingungen zur Fäulniß.

Die faulenden Substanzen erweichen und zerfließen unter Entwicklung von Kohlensäure, Grubengas, Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas zu einer mißfarbigen, stinkenden Jauche; Pilze und Würmer entstehen, und zuletzt bleibt ein brauner Rückstand von Leucin, Tyrosin (S. 327), kohlensaurem Ammoniak, Schwefelammonium, buttersaurem und baldriansaurem Ammoniak nebst andern noch nicht untersuchten Verbindungen zurück. Erscheinungen bei der Fäulniß und Producte derselben.

Die Fäulniß tritt nur selten für sich, sondern gewöhnlich in Begleitung anderer Zersetzungsprocesse, besonders der Gährung und der Verwesung auf.

Ein bekanntes Product von reiner Fäulniß ist eigentlich nur die Oberhefe bei der Gährung des Weins, des Biers und der Branntweinmaische. Vorzugsweise auf Fäulniß beruht die Wasserröste des Flachses, das Schwitzen der Häute in der Gerberei, die Käsefabrikation (S. 326), die Entstehung des Torfs aus Pflanzenfaser unter Wasser und die Bildung der Braunkohle in der Tiefe des Bodens, während die Umwandlung der Pflanzenfaser und der Dungstoffe an der Luft in Humus mehr als ein Erzeugniß der Verwesung als der Fäulniß zu betrachten ist. Wichtigkeit des Fäulnißprocesses.

Auf gewissen Stufen der Zersetzung verhalten sich faulende Körper wie Gifte zum lebenden Organismus. Sie scheinen das Blut mit ihrer Fäulniß Wurst- und Käsegift.

1) Diese Bedeutung wird jedoch selten streng eingehalten, und man bezeichnet in der Regel auch die meisten Verwesungsprocesse mit dem Namen Fäulniß.

anzustecken, so daß es gleichfalls in Zersetzung übergeht und bewirken dadurch den Tod. Am häufigsten geben Würste und Käse Veranlassung dazu, so daß man früher ein eigenes Wurst- und Käsegift angenommen hat. Auch später hat man wieder die Ansicht aufgestellt, daß die giftige Wirkung von der Entstehung einer flüchtigen Basis, ähnlich dem Nicotin abhänge.

Würste, besonders Blut- und Leberwürste gehen bei Mangel an Salz und Gewürzen, bei verspäteter und unvollkommener Räucherung, namentlich wenn sie, wie in Württemberg üblich ist, mit Milch und Brod versetzt sind, in eine eigene Art Fäulniß über, welche vom Mittelpunkt ihren Anfang nimmt. Sie werden weiß und schmierig und nehmen einen eckelhaften Geruch und widrigen Geschmack an.

Die Käse sind gelblich roth oder schmutzig gelb mit grünen Punkten, von dumpfig stechendem, betäubendem Geruch und unangenehmem Geschmack nach ranzigem Fett.

Die Erscheinungen der Vergiftung sind heftiger Durst, Brechen, Durchfall, heisere Stimme, Entzündung der Gedärme, allgemeine Lähmung und nach wenigen Tagen der Tod. Auch durch verdorbenes Pöckelfleisch und Fische können solche Vergiftungen entstehen.

Kochendes Wasser und Behandlung mit Weingeist heben den Fäulnißproceß und damit auch die giftige Wirkung dieser Substanzen auf.

Verwesung.

Man versteht unter Verwesung die Veränderung, welche die organischen Körper durch die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft unter Mitwirkung des Wassers erleiden.

Die Thierstoffe sind vermöge ihres Stickstoffgehaltes und dessen Verwandtschaft zum Wasserstoff, sowie wegen ihres beträchtlichen Wassergehaltes mehr zur Zersetzung des Wassers, also zur Fäulniß geneigt. Nur wenn sehr reichlicher Luftzutritt stattfindet, wird die Ammoniakbildung verhindert, freies Stickstoffgas entweicht, oder, wenn eine starke Salzbasis vorhanden ist, tritt Salpeterbildung ein.

Bei der Verwesung stickstofffreier organischer Substanzen verbindet sich der Sauerstoff der Luft mit einem Theile der organischen Substanz zu Wasser. Der Rest der organischen Substanz erleidet entweder noch eine weitere Zersetzung, indem sich ein Theil Kohlenstoff mit einem entsprechenden Theil Sauerstoff der organischen Substanz verbindet und als Kohlensäure entweicht, wie bei der Verwesung des Holzes, oder dieser Rest nimmt, ohne eine weitere Zersetzung zu erleiden, noch mehr Sauerstoff aus der Luft auf und bildet damit eine höhere Oxydationsstufe, wie der Alkohol bei der Essigbildung.

Die Bedingungen der Verwesung. Die Bedingungen, unter denen die Verwesung eintritt, unterscheiden sich von denen der Fäulniß wesentlich dadurch, daß erstere um so kräftiger auftritt, je weniger das Wasser den Zutritt der Luft hindert. Zu große Mengen von Wasser verzögern die Verwesung, wie bei der Bildung der Unterhefe, oder unterdrücken sie ganz, wie bei dem Holze, welches in Wasser versenkt ist. Sie wird dagegen begünstigt durch langsames oder abwechselndes Austrocknen der befeuchteten Substanzen, wie bei der Thauröste und Rasenbleiche (S. 285 u. 286) und daher auch das Auftreten von Sumpffiebern in warmen Klimaten nach starker Nässe und Ueberschwemmung. Durch Alkalien und alkalische Erden wird die Sauerstoffabsorption und daher auch die Verwesung befördert, durch Säuren gehindert oder verzögert.

Da es vorzugsweise stickstofffreie Substanzen sind, welche der Verwesung unterliegen, so entwickelt sich in der Regel bei ungehindertem Luftzutritt weder Ammoniak, noch andere riechende Ausdünstungen, deren Verflüchtigung auch durch die des Ammoniaks begünstigt wird. Oft findet dagegen eine so starke Aufnahme von Sauerstoff statt, daß sich die Temperatur bedeutend erhöht und bisweilen sogar bis zur Selbstentzündung steigert, wie bei feuchtem Heu, Mehl u. dgl. Erscheinungen bei der Verwesung.

Die wichtigsten Verwesungsprocesse sind die Humusbildung, die Thauröste, die Rasenbleiche und die Essigbildung. Wichtigkeit des Verwesungsprocesses.

Der Humus, auch Dammerde genannt, weil er sich durch die Zersetzung organischer Körper allmälig anhäuft oder andämmt, ist eine braune lockere, pulverige Masse und bildet das Gemenge der sogenannten Modersubstanzen, d. h. die Producte der vollständigen oder theilweisen Verwesung der Pflanzenfaser. Er ist wenig in Wasser, mehr aber in Alkalien löslich. Beim Auslaugen mit Wasser bleibt ein brauner unauflöslicher Körper, der **Moder** oder Moderstoff und eine kohlenartige Materie zurück. Der Auszug enthält das Humusextract und ist eine Auflösung von ulmin-, humus-, geïn-, quell- und quellsatzsauren Salzen. Humus.

Die Humus- oder Huminsäure, sowie die Ulmin- und Geïnsäure kommen in 2 Abänderungen vor, wovon nur die eine in Alkalien löslich ist. Die unlöslichen Abänderungen heißen gewöhnlich Humin, **Ulmin** und Geïn. Die Humussubstanzen.

Die Humussäure hat ihren Namen vom lateinischen humus Boden, die Geïnsäure vom griechischen ge Erde, die Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäure daher, weil man die Ulminsäure zuerst in einer krankhaften Aussonderung alter Ulmen, die beiden letzteren aber zuerst im Quellwasser und in dem Absatz desselben fand. Die Benennungen derselben.

Diese Säuren sind sämmtlich amorph und bilden in feuchtem Zustande braune Gallerten, in trocknem aber spröde, gesprungene, glänzende Massen von harzähnlichem Ansehen und pechschwarzer Farbe, nur die Quellsäure ist in feuchtem und trocknem Zustande gelblich, die Quellsatzsäure schwarz, giebt aber ein dunkelrothes Pulver. Die Quell- und Quellsatzsäure besitzen einen zusammenziehenden Geschmack, die übrigen sind geruch- und geschmacklos. Die Humus- und Ulminsäure sind nicht, die Quell- und Quellsatzsäure jedoch leicht in Wasser und Weingeist löslich. In feuchtem Zustande röthen sie auch ungelöst Lackmus. Die alkalischen Salze derselben sind leicht, die übrigen aber in reinem Wasser schwer, leichter aber in kohlensäurehaltigem löslich. Die Eigenschaften der Geïnsäure sind wenig bekannt. Eigenschaften der Humussubstanzen.

Die Ulmin-, Humin- und Quellsäure bilden nicht blos Bestandtheile des Ackerhumus und des faulen Holzes, sondern auch des Torfs und der Braunkohle. Die Humussäure erhält man auch leicht künstlich, wenn man Rohrzucker mit sehr verdünnter Schwefelsäure längere Zeit kocht, die Ulminsäure, wenn man ihn damit unter 80° R. erhitzt. Ebenso erhält man beide aus Holz, Stärkmehl und Gummi, und nicht blos durch Behandeln mit Säuren, sondern auch durch bloses Erhitzen für sich, quellsatzsaures Ammoniak durch Einwirkung von Salpetersäure auf Kohle. Vorkommen und Darstellung.

Diese Säuren gehen leicht in einander über und man erklärt sich ihre Entstehung auf folgende Weise: Proceß bei ihrer Entstehung.

Der Hauptbestandtheil der Holzfaser oder die Cellulose verwandelt sich unter Abscheidung von Kohlenstoff und Wasserstoff in Ulminsäure.

	C	H	O
2 Atome Cellulose	48	42	42
und 14 At. Sauerstoff			14
geben	48	42	56
davon abgezogen			
1 Atom Ulminsäure	40	14	12
bleiben	8	28	44
oder 8 At. Kohlensäure	8		16
und 28 At. Wasser		28	28.

Die Ulminsäure geht unter fernerer Aufnahme von Sauerstoff und Abscheidung von Wasser in Huminsäure über:

	C	H	O
1 At. Ulminsäure	40	14	12
und 2 At. Sauerstoff			2
geben	40	14	14
oder 1 At. Huminsäure	40	12	12
und 2 At. Wasser		2	2.

Die Huminsäure liefert durch neue Oxydation Geïnsäure:

	C	H	O
1 At. Huminsäure	40	12	12
und 2 At. Sauerstoff			2
geben 1 At. Geïnsäure	40	12	14.

Die Ulminsäure kann durch Sauerstoffaufnahme und Abscheidung von Kohlensäure uud Wasser auch in Quellsatzsäure und Quellsäure übergehen:

	C	H	O
2 At. Ulminsäure	80	28	24
nehmen auf 36 At. Sauerstoff			36
Summe	80	28	60
1 At. Quellsatzsäure	48	12	24
1 At. Quellsäure	24	12	16
Summe	72	24	40
von der obigen Summe	80	28	60
die letztere abgezogen	72	24	40
bleiben	8	4	20
oder 8 At. Kohlensäure	8		16
und 4 At. Wasser		4	4.

Auch stickstofffreie Substanzen bewirken bei der Verwesung die Bildung von Ammoniak.

Die Zersetzung der Holzfaser im Boden ist aber nur an der obersten Schichte als reine Verwesung zu betrachten, und geht um so mehr in reinen Fäulnißproceß über, je mehr in der Tiefe der Zutritt der Luft beschränkt ist. Es wird alsdann von dem verwesenden Theile nicht blos der Sauerstoff der Luft, sondern auch der Stickstoff aufgenommen. Es entsteht ein stickstoffhaltiges Zersetzungsproduct, das **Nitrolin**, $C_{70}H_{35}O_{28}N_7$. Dieses entwickelt bei weiterer Zersetzung, wie andere Stickstoffsubstanzen, nicht blos Kohlensäure, sondern auch Ammoniak.

Wichtigkeit der bei der Humusbildung entwickelten Gase.

Kohlensäure und Ammoniak sind die unentbehrlichsten Nahrungsstoffe der Pflanzen, welche ihnen den Bedarf an Kohlenstoff und Stickstoff liefern. Die Kohlensäure ist aber noch besonders dadurch wirksam, daß sie die Zersetzung der Silicate, sowie die Auflösung der Silicate und Phosphate in Wasser befördert.

Der thierische Dünger.

Der thierische Dünger ist nicht blos wegen seines Gehaltes an Stickstoff und Salzen besonders wirksam zur Beförderung des Wachsthums der Pflanzen, sondern er befördert auch als Ferment die Fäulniß der stickstofffreien Substanzen.

Essigbildung.

Man versteht unter Essig eine mit Wasser verdünnte Essigsäure, welche die Nebenbestandtheile des Materials, aus dem sie entstanden ist, als Beimengungen enthält.

Essigbildung.

Die Essigbildung, unrichtig auch Essiggährung oder saure Gährung genannt, besteht in der Umwandlung des Weingeistes in Essig durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft. Die Bedingungen, unter welchen die Essigbildung eintritt, sind folgende:

Bedingungen derselben.

1. Die Gegenwart von Weingeist, oder einer weingeist- oder zuckerhaltigen Flüssigkeit, deren Zucker zuvor in Weingeist übergehen muß, wie Branntwein, Wein, Bier und Obstsäfte. Auch einige organische Säuren, wie Weinsäure und Citronsäure, Schleim und Gummi verwandeln sich an der Luft in Essig.
2. Die Gegenwart von wenigstens 10 Theilen Wasser.
3. Hinreichender Zutritt der Luft, daher möglichst große Oberfläche der Flüssigkeit.
4. Eine Temperatur von wenigstens 10, am besten 20 bis 30° R.
5. Die Gegenwart eines Ferments scheint zwar nicht unbedingt nöthig, ist aber unter den gewöhnlichen Umständen zur Essigbildung unentbehrlich.

In Dämpfen verwandelt sich der Weingeist — wie es scheint, ohne alles Ferment — ziemlich schnell in Essig. Der Branntwein liefert bei der Destillation in einer Blase mit sehr weitem Helm und Kühlapparat, wo die Dämpfe mit atmosphärischer Luft in Berührung kommen, ein saures Destillat. Bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet jedoch der Weingeist eher als er in Essig übergeht.

Essigfermente.

Als Ferment — richtiger „katalytischer Körper" — weil die Essigbildung kein Gährungsproceß ist, dient sowohl das Ferment der Weingährung, nämlich die Hefe, wie auch ein ähnliches Pflanzengebilde, welches durch die Zersetzung des Essigs selbst an der Luft entsteht, nämlich die sogenannte **Essigmutter** (Mycoderma aceti), eine gallertartige Substanz, die gleichfalls aus einzelnen Zellen besteht, nur etwas kleiner als die Hefenzellen, und, wie diese, nicht blos die Essigbildung, sondern auch die Weingährung hervorruft. Daher nicht blos die Brauchbarkeit der geistigen, sondern auch der zuckerhaltigen Flüssigkeiten als Material zur Essigbildung.

Aber nicht blos Essigmutter und Hefe leiten die Essigbildung ein, sondern poröse Körper der verschiedensten Art, wie Brod, Obst, Holz; und diejenigen wirken am kräftigsten, welche vermöge ihrer porösen Beschaffenheit die Berührung der Flüssigkeiten mit der Luft am besten vermitteln. Daher die kräftige Essigbildung durch Platinschwarz (S. 213), Holzspäne und Kohle.

Erscheinungen bei der Essigbildung.

Die Umwandlung des Weingeistes in Essig ist von folgenden Erscheinungen begleitet:

1. Der geistige Geruch verwandelt sich in einen sauren.

2. Das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt zu.

3. Die Temperatur steigt um so mehr, je rascher die Essigbildung erfolgt, bis auf 6 und 10° R. über die Temperatur der Umgebung.

4. Die Flüssigkeit trübt sich, fadenreiche Substanzen scheiden sich ab und sammeln sich am Boden zu einer Gallerte, der Essigmutter. Die Oberfläche zeigt eine weißliche Haut von Kahn (S. 408).

Eine Gasentwicklung findet nur dann statt, wenn die Essigbildung von Weingährung begleitet wird.

Chemischer Proceß bei der Essigbildung. Aldehyd.

Ein Atom Alkohol nimmt 2 Atome Sauerstoff auf und bildet damit Wasser und Aldehyd (aus den Anfangssylben von Alcohol dehydrogenatus, entwasserstoffter Alkohol), auch schwerer Sauerstoffäther genannt, eine Flüssigkeit von durchdringendem, erstickendem Geruch, nämlich: $C_4H_6O_2 + 2O = C_4H_4O_2, 2HO$. Der Aldehyd nimmt aber bei hinreichendem Luftzutritt sogleich noch 2 Atome Sauerstoff auf. Ein Atom desselben verbindet sich abermals mit einem Atom Wasserstoff des Aldehyds zu Wasser. Dadurch entsteht ein neues Radical, das Acetyl $= C_4H_3$. Dieses verbindet sich mit dem vorhandenen und neu aufgenommenen Sauerstoff zu Acetylsäure oder Essigsäure $C_4H_3O_3$.

Bei regelmäßigem Verlauf der Essigbildung verwandelt sich der Aldehyd im Augenblicke seiner Entstehung sogleich in Essigsäure, so daß seine Bildung der Beobachtung völlig entgeht. Bei unvollkommenem Luftzutritt dagegen oder bei mangelhafter Erneuerung der Luft bleibt der Essigbildungsproceß bei der Aldehydbildung stehen. Der Aldehyd verdunstet und die Folge davon ist ein entsprechender Verlust von Essigsäure, der Essig wird zu schwach.

Ermittlung des Aldehyds.

Man erkennt das Auftreten des Aldehyds an den stechenden, die Augen angreifenden Dünsten, in welchen er entweicht, statt des weinigsauren Geruches der Essigsäure, und im Essig selbst daran, daß er Silberoxyd reducirt, welches sich dabei als Spiegel an die Glaswände legt, mit Kali färbt sich die Aldehydlösung braun und scheidet auf Zusatz von Säure eine harzartige Masse, Aldehydharz ab.

Material zur Essigbereitung.

Die Bereitung des Essigs aus Wein ist so alt, als die Darstellung des Weins selbst, und derselbe liefert durch die Beimengung seines Aroms die beste Essigsorte. Als die wohlfeilste Sorte wird jedoch gegenwärtig der Branntweinessig oder künstliche Weinessig in größter Menge erzeugt. Seltener wird Obst- und Bier- oder Malzessig dargestellt, der letztere, wegen der hohen Besteuerung des Branntweins, besonders in England.

Man kann bei der Essigbereitung auf zweierlei Weise verfahren und unterscheidet eine ältere und neuere Methode der Darstellung.

Das ältere Verfahren. Material für dasselbe.

Das ältere Verfahren ist auch jetzt noch für alle Essigmaterialien außer dem Branntwein (vgl. S. 454) das gewöhnliche.

Man versetzt die in Essig zu verwandelnde Flüssigkeit oder das Essiggut mit wenigstens $^1/_4$ ihres Volums heißem Essig, so daß sie eine Temperatur von etwa 24° R. annimmt, in Steinzeugtöpfen oder Fässern. Die Fässer sollen nicht zu groß und nicht zu klein sein, weil sie im ersten Falle dem Essiggut zu wenig Oberfläche geben und im letzteren zu viel Raum und Arbeit erfordern, am besten von 2 bis 6 Eimern. Die Fässer bleiben zu $^1/_3$ leer, haben außer der Spundöffnung am oberen Theile des Bodens noch zwei Löcher zur Herstellung eines Luftzuges und befinden sich in einem war-

men Raume, der **Essigstube**, welche im Winter geheizt wird, damit sie eine Temperatur von 20—24° R. hat.

Da die Essigbildung um so rascher erfolgt, je größer die Menge des vorhandenen Essigs ist, so setzt man den Wein oder das Essiggut allmälig in kleinen Portionen zum Essig. Füllt man z. B. das Faß mit 77 Maas Essig, so setzt man 11 Maas Wein zu, 8 Tage später abermals 11 Maas und fährt so regelmäßig fort. Dagegen werden alle 4 Wochen 44 Maas Essig abgezogen. Die Arbeit kann 10 Jahre lang ununterbrochen fortgehen, bis sich so viel Hefe und Weinstein abgesetzt hat, daß eine Reinigung der Fässer nöthig wird. Der abgezogene Essig ist nicht frei von Weingeist, da der letzte Antheil desselben der Säuerung widersteht, allein dieser geht noch auf dem Lager in Essigsäure über und trägt bis dahin nur zur Haltbarkeit des Essigs bei.

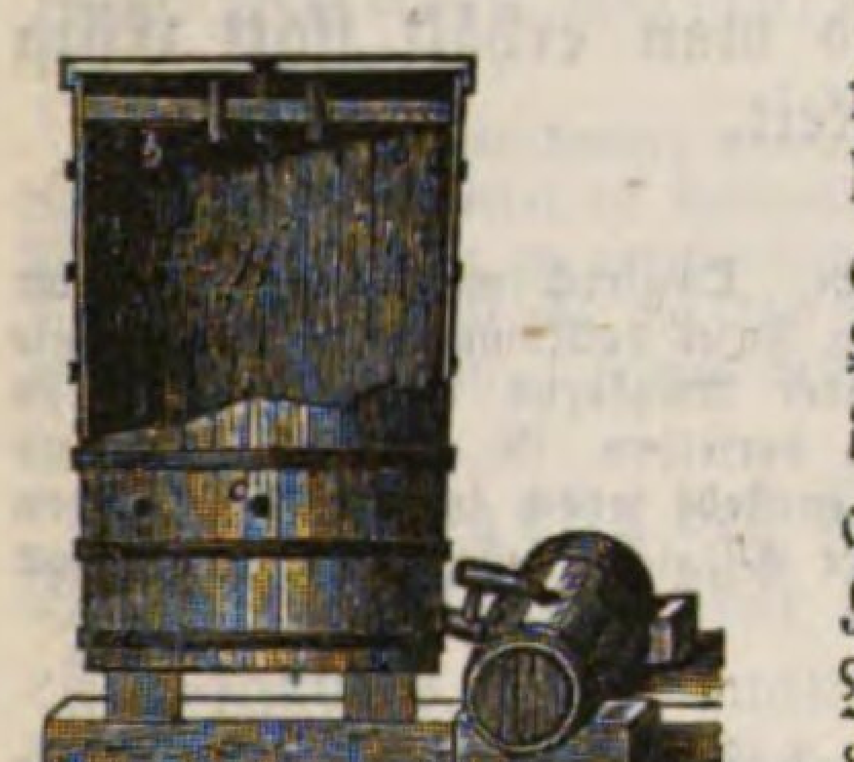
Proceß bei der Essigbereitung nach der älteren Methode.

Die Wirksamkeit des Essigs als Ferment der Essigbildung beruht lediglich auf Bildung von Essigmutter. Der Essig hält sich in vollen verschlossenen Gefäßen Jahre lang unverändert, aber an der Luft zersetzt er sich allmälig ganz, so daß zuletzt nur Essigmutter und reines Wasser übrig bleibt. Die Oxydation des Weingeistes findet an der Oberfläche statt, die gebildete Essigsäure sinkt nun vermöge ihres größeren specifischen Gewichtes zu Boden, so daß fortwährend neuer Weingeist an die Oberfläche gelangt.

Schnellessigfabrikation.

Das neuere Verfahren oder die **Schnellessigfabrikation** besteht darin, daß man das Essiggut durch ein mit Holzspänen gefülltes aufrecht stehendes Faß fließen läßt, in welchem ein hinreichender Luftzug stattfindet.

216.



Man stellt möglichst große Fässer, **Essigbilder** oder **Gradirfässer** aufrecht in Essigstuben von 16—18° R. auf, welche in einiger Entfernung vom unteren Boden einen zweiten durchlöcherten Boden haben, und füllt den Raum B über letzterem mit gut ausgewaschenen Hobelspänen von grünem Buchenholz. Oben ist gleichfalls ein durchlöcherter Boden b b dicht in das Faß eingelegt. Die Löcher desselben sind aber kleiner und durch Federkiele oder mit einem Knoten versehene Bindfadenstücke locker verstopft. Mehrere unter dem unteren durchlöcherten Boden in die Faßwände (schief abwärts) gebohrte weite Löcher c führen die Luft zwischen den Spänen durch nach dem oberen Seihboden b, in welchen mehrere weite Glösröhren eingesetzt sind, um die Luft austreten zu lassen.

Man läßt zuerst fertigen Essig durch das Faß laufen, indem man denselben im obersten Raume des Fasses oder im Seihbottich b aufgießt, und dann erst das Essiggut oder die **Mischung**, nämlich mit etwa 6 Theilen Wasser verdünnten Branntwein. Nach 3maligem Durchlaufen ist die Essigbildung vollendet, weshalb man in der Regel wenigstens 3 solche Fässer aufstellt und das Abgelaufene von einem Faß aufs andere bringt.

Die Abflußröhre ist gewöhnlich Sförmig. Da jedoch diese Form nicht leicht von Holz herzustellen ist und Metall den Essig verunreinigt, so ist sie gewöhnlich von Glas. Wegen der Zerbrechlichkeit desselben macht man gewöhnlich nur den inneren Theil der gebogenen Röhre von Glas, den äußeren aber von Holz. Setzt man aber die hölzerne Röhre aus mehreren Stücken zusammen, wie die Figur zeigt, so kann man das Glas ganz entbehren. Die Röhre mündet im Fasse nahe am Boden aus, außen aber möglichst hoch, damit der Essig nicht eher abfließt, als bis sich eine gewisse Menge davon angesammelt hat, damit der schwerste Essig Zeit zur Ablagerung findet. Am zweckmäßigsten werden diese Röhren aus Gutta Percha oder hornisirtem Cautschuk hergestellt.

Erscheinungen bei der Schnellessigbereitung. Die wichtigste Erscheinung bei der Schnellessigbereitung ist die starke Wärmeentwicklung. Die Temperatur steigt im Faß um 6—10° R. über die der Umgebung, während sie nach dem älteren Verfahren kaum 2° zunimmt. Sie dient deshalb bei dieser Methode als Maaßstab für den Fortgang der Essigbildung, indem man ein Thermometer im Fasse befestigt. Der Geschmack und Geruch der ablaufenden Flüssigkeit giebt gleichfalls einen, aber unsicheren Anhaltspunkt. Am besten bedient man sich des Aräometers.

Proceß bei der Schnellessigbereitung. Das Essiggut tropft durch die halb verstopften Oeffnungen des Seihbottichs ab und breitet sich auf den Spänen aus, ähnlich der Salzsoole auf den Dornwänden der Saline, daher auch der Name „Gradirfässer," die erhitzte Luft im Fasse wird vermöge ihres verminderten specifischen Gewichtes durch die äußere kühlere Luft, welche durch die unteren Oeffnungen eintritt, emporgehoben und entweicht durch die Glasröhren im Seihbottich, so daß ein anhaltender Luftzug wie in einem Ofen entsteht.

Wichtigkeit der Lüftung für den Schnellessig. Durch die große Ausbreitung der Flüssigkeit, die starke Zuströmung von Luft und die Mitwirkung eines porösen Körpers, des Holzes wird die Essigbildung bei diesem Verfahren so beschleunigt, daß sie sich in 24 Stunden vollendet, während sie nach der alten Methode im günstigsten Falle (bei 30° R.) gegen 4 Wochen, bei 18° R. aber gegen 4 Monate erfordert.

Beim alten Verfahren ist der Luftwechsel durch die Ritzen der Fenster und Thüren hinreichend, um den Verbrauch des Sauerstoffs in der Essigstube auszugleichen. Bei der Schnellessigbereitung dagegen wird der Sauerstoff so rasch aufgezehrt, daß stark besetzte Essigstuben eigene Zuglöcher an der Decke und am Boden haben, um die verbrauchte Luft austreten zu lassen und neue dafür einzunehmen. Wird die Lüftung aus Ersparniß der Wärme und Weingeistverdunstung unterlassen, so tritt bei dieser Methode, namentlich bei Vermehrung der Fässerzahl, leicht die Bildung von Aldehyd (S. 452) ein. Die Essigstube füllt sich mit augenreizenden Dämpfen und man erhält statt Essig eine fade schmeckende, oft trübe, unbrauchbare Flüssigkeit.

Das Fuselöl verschwindet bei der Essigbildung. Der Branntwein bedarf zur Essigfabrikation der Entfuselung nicht. Obgleich man bei uns immer rohen Kartoffelbranntwein dazu verwendet, so ist der Essig doch stets von Fusel vollkommen frei. So wie der Alkohol durch Platinschwamm in Essigsäure, so wird das Fuselöl oder Amyloxyd durch denselben in Baldriansäure verwandelt: $C_{10}H_{11}O, 4O = C_{10}H_9O_3, 2HO$. Der Geruch derselben ist weniger stark und nicht so unangenehm wie der Geruch des Fuselöls. Die Baldriansäure entsteht jedoch in den Essigbildern nur über 28° R.; unter dieser Temperatur bildet das Amyloxyd mit der Essigsäure essigsaures Amyloxyd (S. 260), welches dem Essig ein angenehmes Aroma verleiht.

Das Material zur Schnellessigfabrikation. Das Material zur Schnellessigfabrikation ist bei uns weitaus am häufigsten der Branntwein, seltener Trauben-, Obst- und Malzwein oder Bier, weil diese Flüssigkeiten meist starke Ablagerungen bilden und dadurch nicht nur Röhre und Seihbottich, sondern auch die Zwischenräume der Späne ganz verstopfen.

Kohle statt Holzspäne im Essigbilder. Zweckmäßiger als mit Hobelspänen füllt man die Essigständer mit Holzkohlen, sie wirken vermöge ihrer größeren Porosität doppelt so schnell als erstere, verhindern sehr lange die Bildung der Essigmutter und gestatten diese Darstellungsweise nicht blos im Großen, sondern auch im Kleinen auf einem Glastrichter für den Hausbedarf.

Vorzüge und Die Vorzüge der Schnellessigfabrikation sind folgende:

1. Die Schnelligkeit des Verfahrens (s. oben) und daher rascher Umsatz des Betriebcapitals.

2. Sie erfordert weniger Gefäße und einen kleineren Raum, daher auch ein geringeres Anlagecapital.

3. Es wird so viel Wärme entwickelt, daß die hinreichende Tempe-

ratur der Essigstube von 16—18° R. im Winter durch schwache Heizung, im Sommer aber bei sonniger Lage selbst ohne Heizung zu erhalten ist.

In England hat man sehr große Essigständer, welche die Wärme so gut zusammenhalten, daß man unter Mitwirkung des milderen englischen Klima's gar nicht zu heizen braucht. Ein englisches Faß 14′ weit und 13′ hoch, liefert in derselben Zeit die gleiche Menge Essig wie 6 deutsche Fässer von 8′ Höhe und 4′ Weite.

Gebrechen der Schnellessigfabrikation.

Ein Mangel dieses Verfahrens besteht in dem Verlust an Essigsäure, welche von der durch das Faß strömenden Luft entführt wird. In England läßt man daher die Luftströmung nicht von unten nach oben stattfinden, sondern man saugt die Luft mit einer Luftpumpe aus dem unteren Theile des Fasses auf und läßt dafür frische Luft durch eine Oeffnung im Deckel von oben nach unten strömen. Die aufgesaugte Luft wird genöthigt, durch Sperrwasser zu entweichen, worin sich alle Weingeist- und Essigsäuredämpfe verdichten. Das Sperrwasser dient nachher zum Ansatz des Essiggutes.

Die Darstellung des Essigs mit Platinschwarz.

Die Darstellung des Essigs mittelst **Platinschwarz** geschieht im Kleinen auf folgende Weise: Man stellt unter eine lufthaltende Glocke Schalen mit Weingeist auf ein Gerüst und über jede Schale ein Uhrglas mit feuchtem Platinschwarz bei 16—24° R. Zur Beschleunigung kann man über jede Schale ein Stück Fließpapier aufhängen, welches zum Theil in den Weingeist eintaucht. Nach wenig Minuten erhitzt sich das Platin, und zwar in trocknem Zustande bis zum Glühen (wobei man aber keine Essigsäure, sondern Kohlensäure und Wasser erhält), in feuchtem aber so, daß sichtbare Dämpfe von Essigsäure davon aufsteigen, die sich an den Wänden der Glasglocke verdichten und in eine untergesetzte Schale herabfließen. Ist der Sauerstoff der Luft verzehrt, so muß die Glocke auf kurze Zeit gelüftet werden. Der hohe Preis des Platins stand bisher dieser Bereitungsart im Wege, sie soll zwar von einer Essigfabrik in Nordhausen in größerem Maaßstabe betrieben werden, doch ist über das Nähere nichts bekannt.

Das Platinschwarz nimmt bei der Essigbereitung nicht ab und es kommen daher nur die Zinsen für das Anlagecapital in Betracht. 30 Pfund reichen hin, um täglich 300 Pfd. oder 150 Maas schlechten Weingeist in Essig zu verwandeln, also 54750 Maas oder 912½ Eimer des Jahrs. 1 Pfund verarbeitetes Platin kommt ungefähr auf 250 fl., oder 30 Pfd. auf 7500 fl., deren Zinsen zu 4% 300 fl. für 912½ Eimer oder ⅓ fl. für 1 Eimer betragen.

Eigenschaften des Essigs.

Die **Farbe** des Essigs ist von der Farbe des Essiggutes abhängig, der Weinessig ist gelb oder roth, der Bier- und Obstessig gelb, der Branntweinessig farblos. Da man aber von jeher an gefärbten Essig gewöhnt war, so ist letzterer in der Regel mit Caramel (S. 295) gefärbt, wenn nicht das Essiggut schon Syrup enthielt.

Der **Geruch** des Essigs ist der Hauptsache nach der der Essigsäure, aber bei jeder Sorte etwas verschieden nach der Abstammung, bei Gegenwart von Aldehyd ätherartig.

Der **Geschmack** verhält sich wie der Geruch. Doch schmeckt der Bieressig nicht bitter, wie man erwarten sollte. Während sich der Bitterstoff bei der geistigen Gährung nur zum Theil mit der Hefe niederschlägt, scheint er sich bei der Essigbildung vollständig mit den Hefentheilen abzuscheiden, weil sich seine Auflöslichkeit durch das Verschwinden des Alkohols bedeutend vermindert [1]). Ein kleiner Gehalt an Alkohol mildert den scharfen Geruch

---

1) Das Lupulin oder der Bitterstoff des Biers ist in Alkohol leicht löslich, vom Wasser erfordert er aber 20 Theile beim Kochen, weit mehr aber bei gewöhnlicher Temperatur.

und Geschmack der Essigsäure. Man läßt daher im Branntweinessig einen kleinen Rückstand von Alkohol oder setzt etwas Franzbranntwein oder fuselfreien Weingeist zu, weil er fast reine Essigsäure ist. Auch der Gehalt an Schleim und Extract, sowie ein Zusatz von Weinstein trägt zu diesem Zwecke bei.

Was den Holzessig betrifft, findet sich bei der trocknen Destillation.

Das specifische Gewicht des Essigs ist je nach seiner Stärke zwischen 1,010 und 1,030.

Werth der verschiedenen Essigsorten.

Der Werth des Essigs richtet sich theils nach dem Gehalte an Essigsäure, theils nach der Abstammung. Der Weinessig gilt für den besten, der Branntweinessig für den geringsten, Obst- und Bieressig stehen in der Mitte.

Die Bestandtheile des Essigs.

Die Bestandtheile des Essigs sind außer der Essigsäure: Extractivstoff, Zucker, Gummi, Stickstoffsubstanzen, Pflanzensäuren (Wein-, Aepfel-, Citron-, Milch-, Valerian- und Gerbsäure), Farbstoffe, verschiedene Salze, etwas Weingeist, häufig Aldehyd, essigsaures Amyloxyd und wahrscheinlich auch Essigäther, baldriansaures Aethyl- und Amyloxyd.

Die Haltbarkeit des Essigs nach den Bestandtheilen.

Bei starkem Gehalt an nicht flüchtigen oder extractiven Bestandtheilen wird der Essig leicht schleimig und schal, es entsteht Essigmutter und Kahn. Daher steht Malz- und Bieressig am leichtesten ab, während der Branntweinessig der haltbarste ist. Er steht ferner um so leichter ab, je schwächer der Gehalt an Essigsäure. Die Entstehung der Essigaale ist jedoch kein Zeichen von Verderbniß des Essigs, sie entstehen gerade am leichtesten in gesundem Essig.

Der Gehalt des Essigs.

Der Gehalt des Essigs an Essigsäure beträgt 1 bis 10%, bei dem aus den Abfällen der Bierbrauereien 1—2%, bei Malzessig 2—5%, bei Branntweinessig 3—6% und bei ächtem Weinessig 6—10%. Der gewöhnliche Essig hat 5%.

Verstärkung desselben.

Der gewöhnliche Essig kann nur auf geringe Entfernungen mit Vortheil versendet werden, weil der beträchtliche Wässergehalt den Transport zu sehr vertheuert. Man fabricirt deshalb zu diesem Zweck einen Schnellessig von der doppelten Stärke, d. h. von 5—8%, oder den sogenannten **Essigsprit.** Der hiezu nöthige Alkoholgehalt des Essiggutes wird aber nicht auf einmal, sondern allmälig in Portionen beim zweiten, dritten Durchgang oder durch das sogenannte Fractioniren zugesetzt, damit der Weingeist nicht einstweilen verdunstet, bis er in Essig übergeht.

Um einen fertigen zu schwachen Essig zu verstärken oder zu concentriren, hat man folgende Mittel:

1. Das Gefrieren oder die **Eisgradirung**. Es ist jedoch mit einem Verlust an Essigsäure verbunden. Das Eis hält nämlich Essigsäure zurück, kann aber zur Verdünnung des Essiggutes verwendet werden.

2. Das Aufkochen. Die Essigsäure kocht erst bei 96° R., es verdampft daher nur Wasser mit wenig Essigsäure und ein stärkerer Essig bleibt zurück. Das Kochen dient zugleich zur Abscheidung von Eiweiß und zur Tödtung der Essigaale.

3. Die Destillation des Essigs für sich mit gebrochener oder fractionirter Auffammlung des Destillats, d. h. man beseitigt die zuerst übergehende wässrige Flüssigkeit und fängt die zweite oder auch noch eine dritte Portion, welche die stärkste ist, für sich auf.

4. Die Destillation mit Chlorcalcium.

5. Allmäliger Zusatz von kleinen Mengen Branntwein auf dem Lager.

Die Prüfung des Essigs besteht in der Bestimmung des Essigsäuregehaltes und in der Aufsuchung schädlicher Beimengungen. Prüfung des Essigs:

Zur Prüfung des Essigs auf seinen Säuregehalt bedient man sich am häufigsten der Essigwage (S. 11), weil man bei ihrer Anwendung am schnellsten zum Ziele kommt, oder in die Unvollkommenheit ihrer Angabe nicht die gehörige Einsicht hat. 1. Auf Säuregehalt.

Wirkliche Zuverlässigkeit gewährt nur die chemische Bestimmung des Säuregehaltes, durch Sättigung der Essigsäure mit einer Basis, oder die **Acetimetrie**.

Nach der älteren Methode wurde einer abgewogenen Menge Essigsäure so viel von einer abgewogenen Quantität kohlensaures Kali zugesetzt, als zur Sättigung nöthig ist. Jedes Procent Essigsäure in 1 Unze Essig erfordert 5,53 Gran kohlensaures Kali. Man nimmt an, daß 1 Unze Branntweinessig $\frac{1}{2}$ Drachme oder 30 Gran kohlensaures Kali sättigt. 27,7 Gran entsprechen aber einer Stärke von 5%. Diese Methode hat die Unbequemlichkeit, daß sie 2 Wägungen erfordert und ist ungenau, weil es schwer ist, mit festem kohlensaurem Kali genau zu sättigen und das kohlensaure Kali zu leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

Das alkalimetrische Verfahren von Fresenius und Will (S. 83) ist auch auf die Acetimetrie anwendbar, aber für die Praxis nicht einfach genug.

Andere haben die Sättigung mit Kalkspath (kohlensaurem Kalk) vorgeschlagen. Man legt eine gewogene Menge desselben in den Essig, bis er neutralisirt ist, wäscht den unaufgelösten Kalkspath mit Wasser ab, trocknet und wiegt ihn. 0,834 Gew.-Theil aufgelöster Kalk entspricht einem Theil Essigsäurehydrat. Dies Verfahren hat den Vortheil, daß der Sättigungspunkt nicht überschritten werden kann und kein Lackmus nöthig ist. Allein feste Stücke brauchen Tage zur Auflösung und für Pulver ist ein Filter nöthig.

In der Praxis leicht ausführbar und hinreichend genau ist die Sättigung mit Anwendung calibrirter Gefäße, ähnlich der Alkalimetrie nach Descroizilles (S. 82). Während die Kohlensäureentwicklung, welche durch Röthung des Lackmus leicht Täuschung veranlaßt, bei der Alkalimetrie nicht zu umgehen ist, wird sie bei der Acetimetrie leicht vermieden, wenn man ätzendes statt kohlensaures Alkali zur Sättigung verwendet, und zwar Ammoniak, weil sich der Gehalt der Auflösung leicht und hinreichend genau aus dem spec. Gew. berechnet.

Otto's Acetimeter gründet sich hierauf und besteht in einem calibrirten Glascylinder. Dieser ist für 13° R. berechnet und in 3 Abtheilungen getheilt. Die unterste Abtheilung a faßt 1 Gramm destillirtes Wasser und wird mit Lackmustinctur gefüllt. Die zweite Abtheilung a b faßt 100 Decigramme Essig. Die oberste Abtheilung ist in die Räume bc, cd, de ꝛc. getheilt, wovon jeder 2,07 Gramme einer Ammoniakflüssigkeit von 1,369% Ammoniakgehalt faßt, d. h. so viel als zur Sättigung von 1 Decigramm oder 1% Essigsäure gehört. Von dieser setzt man so lange zum Essig, bis die rothe Lackmusfarbe anfängt, blau zu werden. Die Räume b c, c d sind nochmals in 4 Grade eingetheilt, wovon jeder $\frac{1}{4}$% Essigsäure andeutet.

Die erforderliche Ammoniakflüssigkeit wird erhalten, indem man eine solche von bekanntem spec. Gew. nach einer Tabelle mit der erforderlichen Menge Wasser verdünnt.

Der Essig kann verfälscht oder zufällig verunreinigt sein. Ersteres geschieht zur Verstärkung seines sauren Geschmackes mit wohlfeileren Säuren, 2. Auf Verunreinigungen.

gewöhnlich Schwefelsäure, selten Salpetersäure, Salzsäure oder Weinsäure, oder um ihm einen scharfen Geschmack zu ertheilen, mit Seidelbastrinde, Kellerhalsbeeren, Pfeffer, Senf, Ingwer oder Bertramwurzel.

a. Fremde Säuren.

Bei einem Gehalt an Mineralsäure macht er die Zähne stumpf und wird von Brechweinsteinauflösung (basisch weins. Kali-Antimonoxyd) getrübt, indem basisches Antimonoxydsalz niederfällt und neutrales Doppelsalz und Kalisalz gelöst bleibt: $3(KO, \overline{T} + SbO_3, \overline{T}) + 2SO_3 = 2SbO_3\overline{T} + KO, \overline{T} + SbO_3, 3\overline{T} + 2KO, SO_3$. — Reiner Essig, mit 4—5 Tausendel Stärkmehl gekocht, verwandelt dieses nicht in Dextrin, wohl aber bei einer Spur Schwefelsäure oder Salpetersäure, was man mittelst Jod erkennt. Die Art der Säure ergiebt sich durch die einzelnen Reactionen. — Die Weinsäure wird aus dem Rückstande des Essigs beim Verdampfen mit Weingeist ausgezogen und durch Chlorkalium nachgewiesen (S. 235).

b. Scharfe Stoffe.

Die scharfen Stoffe erkennt man entweder sogleich am Geschmack, oder wenigstens, nachdem man den Essig, um die Säure zu verflüchtigen, zur Honigdicke abgedampft hat. Man kann sie auch von dem zugleich zurückbleibenden Salz- und Extractivstoffgehalt des Essigs durch Ausziehen mit Aether befreien, indem dieser nur die scharfen Stoffe auflöst.

c. Metallgehalt.

Kupfer von Messinghähnen oder schlecht verzinnten Destillirhelmen, Eisen von rostigen Hebern und Blechgefäßen, oder Nägeln, die in's Faß gehen, Blei von der Aufbewahrung in schlecht glasirten Thongefäßen, oder von Schroten, die sich beim Reinigen der Flaschen in die Böden einklemmen, erkennt man leicht durch die treffenden Reagentien, oft schon am Geschmack.

Anwendung des Essigs.

Der Essig dient hauptsächlich zur Aufbewahrung und Zubereitung der Speisen (Beizen des Fleisches, Einmachen der Bohnen, Gurken, Kappern, Kirschen, Bereitung von Salaten), mit Wasser als Getränk, als Riech- und Räuchermittel bei Ohnmachten und in Krankenzimmern, als Mittel gegen Scorbut, narkotische Gifte und ätzende Alkalien und bei Verwundungen; zum Beizen des zu verzinnenden Bleches, zur Darstellung von Bleiweiß, Bleizucker, Grünspan und Essigsäure.

Zum Genuß eignet sich vorzüglich Wein-, Obst- und Bieressig wegen ihrer Beimengungen, die den Geschmack mildern oder den Geruch verfeinern; für chemische Präparate dagegen, aber weniger zum Genuß, wegen seiner Reinheit der Branntweinessig. Doch dient der letztere wegen seines geringen Preises jetzt auch in Weingegenden sehr allgemein zum Genuß.

Vermoderung.

Was man im gewöhnlichen Leben

Der Begriff von Vermoderung ist im gewöhnlichen Leben sehr unbestimmt. Man versteht unter Moder, wie bereits (S. 449) angegeben wurde, den unauflöslichen Theil des Humus, also ein Product der Verwesung aus den Ueberresten verschiedener organischer Substanzen, ein Product der gleichzeitigen Einwirkung von Wasser und Luft. Beim Holze ist Moder gleichbedeutend mit Vermoderung oder Trockenfäule, nämlich der Zersetzung des Holzes durch die Einwirkung der Luft ohne Feuchtigkeit. Allein diese Zersetzung ist von der nassen Fäulniß, richtiger: von der Verwesung nicht verschieden, da sie bei wirklicher Abwesenheit von Feuchtigkeit nicht erfolgen kann und um so schneller erfolgt, je feuchter die umgebende Luft ist.

und in chemischem Sinn unter Vermoderung versteht.

In strengem Sinne versteht man unter Vermoderung die Zersetzung organischer Substanzen bei völliger Abwesenheit des Wassers und beschränktem Zutritt der Luft.

Beide Bedingungen finden nur in bedeutender Tiefe des Bodens statt, wo die Bildung der Steinkohle erfolgt aus vorweltlichen, d. h. jetzt nicht mehr vorkommenden Arten niederer Pflanzen, wie Farrenkräuter, Lycopodien und Equiseten. Dies geschieht unter Entwicklung von Grubengas, daher die schlagenden Wetter in den Steinkohlengruben, während sich in den Braunkohlenlagern hauptsächlich Kohlensäure entwickelt. Da jedoch unter der hohen Bedeckung, unter welcher die Steinkohlen entstehen, die Entwicklung und dadurch auch die Entstehung gasförmiger Producte einen bedeutenden Widerstand findet, so erzeugen sich hier vorzugsweise tropfbar flüssige und feste Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff oder von diesen mit wenig Sauerstoff, wie Steinöl und Harz.

Sie ist der Proceß, wodurch man die Entstehung der Steinkohle erklärt.

Doch ist es keineswegs unmöglich, daß die Bildung der Mineralkohlen schon zu einer Zeit aus den Pflanzenüberresten entstanden ist, wo letztere mit Wasser in Berührung waren, so daß vielleicht die damalige Höhe der Wasserschichte, sowie die höhere Temperatur des Wassers, wodurch der Luftzutritt verhindert war, als die Ursachen der Verschiedenheit von den jetzigen Zersetzungsproducten erscheinen. Wenigstens erhielt man aus verschiedenen Pflanzen durch 1—2jähriges Einwirken von heißem Wasser (von 50—60° R.), welches gleichfalls den Luftzutritt verhindert, eine braunkohlenähnliche Substanz und bei Zusatz einer kleinen Menge ($^1/_{96}$%) Eisenvitriol ein der Steinkohle vollkommen ähnliches Product, während andere Versuche mehr für eine vulcanische Entstehungsweise der Steinkohlen, d. h. durch blose Hitze auf trockenem Wege sprechen.

Andere Erklärungsarten.

Wenn man Holz in einer zugeschmolzenen Glasröhre einer Temperatur von 270° R. aussetzt, so daß die flüchtigen Producte zu entweichen gehindert sind, so erhält man eine völlig geschmolzene, fetter Steinkohle ähnliche Masse. Durch die Anhäufung der entwickelten flüssigen und gasförmigen Producte erhält die ganze Masse eine flüssige Beschaffenheit und die Kohle ein geschmolzenes Ansehen.

Aufbewahrung organischer Körper.

Die organischen Stoffe, deren Erhaltung in unverändertem Zustande wichtig ist, sind hauptsächlich Lebensmittel, welche nicht überall oder zu allen Zeiten zu haben sind, z. B. Wein, Bier, Milch, Fleisch, Obst, Gemüse, Getreide und Mehl für gewisse Gegenden und Jahreszeiten, auf Seereisen oder in Festungen; Leichen und anatomische Präparate; Arbeitmaterialien, wie das Blut und die Rüben der Zuckerfabriken, die Hefe und das Bauholz.

Die Mittel, um dieselben vor Gährung, Fäulniß und Verwesung zu schützen, bestehen entweder in der Entfernung einer oder mehrerer Bedingungen, unter welchen diese Zersetzungen eintreten oder in der Anwendung von Stoffen, mit welchen sie feste Verbindungen bilden. Die wichtigsten derselben sind folgende:

1. Aufbewahrung in niederer Temperatur, in Kellern, besonders Eiskellern.

Temperaturerniedrigung als Mittel gegen die Fäulniß.

2. Entfernung der Feuchtigkeit. Das Trocknen an der Luft, an der Sonne oder in Darröfen, letzteres besonders bei Obst und einigen Gemüsen. Diese werden nach dem Trocknen stark zusammengepreßt und als „comprimirte Gemüse" verkauft. An der Sonne trocknen einige nordamericanische Indianerstämme ihre Fleischvorräthe in dünnen Schnitten. Allein es erfolgt so langsam, daß es oft schon beim Trocknen, namentlich in feuchter Luft, verdirbt.

Entziehung der Feuchtigkeit.

3. Abhalten der Luft. Eines der ältesten Mittel ist die Aufbewahrung von Fleisch und Pflanzenstoffen in Oel, von geistigen Flüssigkeiten und Essig in Fässern und Flaschen. Das wichtigste Verfahren ist die **Appert'sche Methode:**

Abhaltung der Luft.

Man füllt blecherne Büchsen mit Fleischspeisen oder Gemüse, löthet einen Deckel auf, in welchem sich eine kleine Oeffnung befindet, erhitzt die Büchsen im Wasserbad 5 Minuten lang auf 80° R., verlöthet dann auch diese Oeffnung und läßt hierauf die Kochtemperatur einige Stunden lang einwirken. Die einge-

Appert'sche Methode.

schlossenen Substanzen absorbiren den Sauerstoff der eingeschlossenen Luft unter Entwicklung von Kohlensäure. Die Oeffnung dient dazu, das Zerreißen des Lothes beim Erhitzen zu vermeiden. Die Speisen finden sich nun in ein einer Atmosphäre von Kohlensäure und Stickstoff eingeschlossen und können daher nicht faulen. Auch zuckerhaltige Substanzen lassen sich auf solche Weise vor Gährung bewahren.

Antiseptische Mittel.

4. Anwendung der **antiseptischen** (fäulnißwidrigen) Substanzen, welche mit den organischen Körpern feste Verbindungen eingehen und sie dadurch hindern, sich zu zersetzen, ähnlich gewissen anorganischen Verbindungen, wie Mangansäure und Schwefelsäure, welche nur so lange Bestand haben, als sie an Basen gebunden sind. Solche Substanzen sind Säuren, anorganische Basen, auflösliche Salze und verschiedene flüchtige organische Verbindungen.

Von den Säuren dient hauptsächlich der Essig wegen seiner Genießbarkeit zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln (S. 458) und zu Räucherungen bei fauligen und ansteckenden Ausdünstungen; die schweflige Säure, weil sie sich ohne Hinterlassung einer merklichen Menge Schwefelsäure allmälig wieder verflüchtigt, zur Aufbewahrung und Versendung geringer Weine und Biere, und zur Aufbewahrung des süßen Mostes und des Hopfens. Kleinere Mengen, namentlich von schwächeren Säuren verhindern nur gewisse Arten der Zersetzung, z. B. die Weinsäure die Milchsäuregährung, nicht aber die Weingährung. Die Gerbsäure ist wirksam bei der Aufbewahrung des Weins und beim Leder.

Die schweflige Säure wird auch zur Aufbewahrung des Fleisches empfohlen. Man taucht es einige Minuten in kochendes Wasser, damit der Eiweißstoff gerinnt, setzt es dann lufttrocken den Dämpfen der schwefligen Säure aus, bis es davon durchdrungen ist, übergießt es hierauf mit Leimgallerte und für lange Seereisen noch mit geschmolzenem Talg. Das Fleisch soll sich in den Tropengegenden nach 1 Vierteljahre noch nicht verändert haben.

Basen oder kohlensaure Alkalien befördern in kleineren Mengen Fäulniß und Verwesung bedeutend, wie z. B. der Zusatz des Kalkes zum Dünger; in größerer Menge verhindern sie dieselbe wie bei der Zubereitung des Lederleims (S. 330). So bedienten sich die alten Aegypter beim Einbalsamiren ihrer Leichen des kohlensauren Natrons. Doch wird jetzt selten davon Anwendung gemacht wegen der erweichenden Wirkung derselben auf die organische Masse.

Unter den Salzen findet das Kochsalz die häufigste Anwendung, weil es nicht nur sehr wirksam, sondern auch zugleich genießbar und billig ist. Es dient daher zum Einsalzen der Lebensmittel, besonders des Fleisches und des Viehfutters, zur Beschränkung der Gährung und Fäulniß beim Schwitzen der Häute in der Gerberei, bei der Fabrikation des Tabaks und des Käses. Der Salpeter hat einen unangenehmen Geschmack und schützt wenig vor Fäulniß, es wird daher beim Salzen des Fleisches nicht mehr davon zugesetzt als hinreicht zum Hervorbringen der rothen Farbe, weil es von blosem Kochsalz blaß und grünlich wird. Die sauer reagirenden Salze, daher auch die der Thonerde und Schwermetalle verhindern die Fäulniß noch kräftiger als die Chloride. Doch sind erstere wegen ihres starken Geschmackes und letztere auch wegen ihrer Giftigkeit nur brauchbar zur Aufbewahrung von Leichen und anatomischen Präparaten, sowie zur Conservirung des Holzes (S. 283). Auch die Wichtigkeit des Alauns für die Weißgerberei (S. 321) gehört hieher. Chlorbaryum, Chlorzink und Quecksilberchlorid sind gleichfalls sehr wirksam.

Die flüchtigen organischen Substanzen, welche ausschließlich oder hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, wie die sauerstofffreien und sauerstoffhaltigen flüchtigen Oele, die Aetherarten, Weingeist, letzterer jedoch wegen seiner eigenen Zersetzbarkeit in wässrigem Zustand, nur

bei einer gewissen Stärke; vermöge ihres Gehaltes an flüchtigen Oelen die riechenden Harze und Gewürze, z. B. beim Einbalsamiren der Leichen, und bei der Aufbewahrung des Traubenmostes mit Senf. Besonders häufige Anwendung findet das Kreosot, weniger — wegen seines starken Geruches — für sich, als in kreosothaltigen Substanzen, wie der Holzrauch beim Räuchern; seltner der Holzessig.

Vorzüglich wirksam sind die Brandöle; für genießbare Gegenstände, wie Fleisch eignet sich besonders Caffeeabsud wegen seines angenehmen Geruches. Doch wirkt er nur auf kurze Zeit.

Chloroform schützt schon in sehr kleiner Menge ($^1/_{200}$) und verflüchtigt sich sehr leicht wieder an der Luft ohne Hinterlassung eines Geruches und ohne Veränderung der Farbe. Man hängt einen damit befeuchteten Schwamm in das Gefäß, worin Fleisch oder Blut aufbewahrt werden soll. Es hat vor dem Kreosot den Vorzug, daß es das Eiweiß nicht gerinnen macht und eignet sich besonders zum Einbalsamiren der Leichen, weil es nicht blos die Farbe, sondern auch Gestalt, Volum und Biegsamkeit erhält.

Zusammengesetzte Mittel gegen die Fäulniß.

Viele Mittel beseitigen zwei Bedingungen der Verderbniß zugleich, z. B. Feuchtigkeit und Luft. Dahin gehört die Aufbewahrung des Getreides in Silo's, die Wirkung des Kohlenpulvers und des Zuckers, das Trocknen und Zusammenpressen des Hopfens und der Gemüse mit hydraulischen Pressen.

Silo.

Man versteht unter **Silo** eine Grube zum Aufbewahren des Getreides. Man benützt sie schon seit den ältesten Zeiten. Sie müssen auf Anhöhen, am besten in Lehm- oder Mergelboden, kegelförmig ausgegraben, ausgebrannt, oder mit hydraulischem Kalk ausgekleidet, mit Stroh gut ausgefüttert und, nachdem sie mit gut ausgetrocknetem Getreide gefüllt sind, mit Stroh und geschlagenem Lehm so bedeckt werden, daß das Wasser von oben nicht eindringen kann. Die Kohlensäure, welche die Samen entwickeln, bewirkt die Abhaltung der Insecten.

Kohle als fäulnißwidriges Mittel.

Die fäulnißwidrige Eigenschaft der Kohle beruht auf der Eigenschaft derselben, den Sauerstoff zu absorbiren. Ihre Wirkung ist deshalb nur in ausgeglühtem Zustand und in luftdicht verschlossenen Gefäßen von Dauer.

Mit frisch geglühtem Holzkohlenpulver zusammengeknetete Hefe erhält sich daher lange brauchbar in einem verschlossenen Gefäße, verdirbt hingegen an der Luft noch schneller als ohne Kohle, ebenso in einem geschlossenen Gefäße, wenn die Kohle nicht frisch geglüht war. Wenn man eine fäulnißfähige Flüssigkeit, z. B. Eiweiß oder Blut mit so viel Knochenkohle versetzt, daß sie Breiconsistenz erhält, so tritt bei Luftzutritt die Fäulniß weit früher ein als ohne Kohle, während ein kleiner Zusatz von Kohle Eiweiß oder Blut auch bei Luftzutritt Monate lang vor Fäulniß schützt, weil im ersten Falle die Kohle mit der Luft in Berührung steht und dieser, im zweiten Falle dagegen der Flüssigkeit Sauerstoff entzieht. Sobald sich nämlich die Kohle mit Sauerstoff gesättigt hat, dann vermittelt sie dessen Uebergang auf den organischen Körper.

Daher die Zweckmäßigkeit des Verkohlens der Wasserfässer an der Innenseite für Seereisen, die Zweckmäßigkeit der Anwendung der Kohle zum Schnellessig, die Unzweckmäßigkeit des alten Gebrauches, Zaunpfähle am unteren Ende oberflächlich zu verkohlen. Sie faulen früher als unverkohlte. Man hat dies nur aus dem Grunde übersehen, weil das faulende Holz von dem kohligen Ueberzuge bedeckt ist.

Auf einige Zeit kann das Bestreuen oder Einpacken mit Kohlenpulver die Fäulniß durch Aufsaugung des Wassers und der Fäulnißproducte, z. B. bei Fleisch, verhindern. Auch die Verkohlung der Wasserfässer wirkt nur auf einige Zeit (auf eine Reise) und muß daher später wiederholt werden, weil der Luftzutritt vermöge der Porosität des Holzes nicht vollkommen abgeschlossen ist.

Die meisten fäulnißwidrigen Stoffe sind giftig.

Wie Gährung und Fäulniß, so werden auch jene Umwandlungen von den fäulnißwidrigen Stoffen aufgehalten, welchen die Bestandtheile der lebenden Körper beständig unterliegen und auf denen der Lebensproceß beruht. Die meisten der fäulnißhindernden Substanzen sind daher giftig und die giftigsten verhindern die Fäulniß am besten.

Die Lebenskraft als Mittel gegen die Fäulniß.

Bei Gegenständen, wie frisches Obst und Gemüse, welche zur Erhaltung des Geschmackes in unverändertem Zustande weder mit Salzen oder Gewürzen aufbewahrt, noch gekocht werden sollen (wie bei der Appert'schen Methode), ist die Fortdauer der Lebensthätigkeit das einzige Erhaltungsmittel. Letztere muß deshalb erhalten, aber möglichst verlangsamt werden. Sie gehen deshalb in einer Atmosphäre von Kohlensäure zu Grunde, weil sie darin ersticken, jedoch so viel absorbirten Sauerstoff enthalten, als zur Einleitung des Fäulnißprocesses hinreicht. Man bewahrt sie daher am besten in kühlen, aber

trockenen Kellern auf, oder, um den Luftzutritt zu beschränken und zugleich das Austrocknen zu verhindern in grobkörnigen Massen, welche die Feuchtigkeit nicht zu stark anziehen, wie Sand, Hirse u. a. Getreidesamen. Oder man legt die Früchte, in Fließpapier gewickelt, in Blechbüchsen, deren Fugen mit Papier verwahrt sind und stellt sie in einen Eiskeller.

Zersetzung der organischen Körper durch Wärme.

Sämmtliche Thier- und Pflanzenkörper werden durch höhere Temperatur zersetzt, einige noch unter 80° R., andere erst bei Glühhitze. Es entstehen flüchtige Producte, welche entweichen und einen nicht flüchtigen Rückstand hinterlassen. Diese Producte sind nach der Höhe der Temperatur und nach der Dauer der Erhitzung verschieden. Da jedoch die organischen Körper schlechte Wärmeleiter sind, so nehmen sie leicht an verschiedenen Stellen verschiedene Temperaturen an; man erhält daher gewöhnlich bei einem und demselben Grade der Erhitzung Zersetzungsproducte, welche verschiedenen Temperaturen angehören.

Die Zersetzung organischer Körper durch Wärme wird eingetheilt in Röstung und trockene Destillation.

Das vorsichtige Erwärmen organischer Körper bis zu anfangendem Schmelzen heißt gewöhnlich das **Rösten**, weil es meistens bei Zutritt der Luft vorgenommen wird, obgleich es mit demselben Erfolg bei Abschluß der Luft stattfindet.

Bei stärkeren Graden der Erhitzung muß indessen die Luft jeder Zeit abgehalten werden, um Entzündung und Verbrennung der Masse zu verhüten. Man wendet deshalb hiezu in der Regel Destillationsapparate an, eines Theils, um die Luft abzuhalten, andern Theils, um die flüchtigen Producte aufzufangen. Man begreift diese Operationen unter dem Namen der **trockenen Destillation**, weil dabei durch Destillation fester Substanzen tropfbar flüssige Producte entstehen.

Das Rösten der organischen Körper.

Die Producte der Röstung.

Die wichtigsten Umänderungen, welche die organischen Körper bei der Rösttemperatur oder beim Schmelzpunkte erleiden, sind die Vermehrung der Auflöslichkeit und bei stärkerer Erhitzung die Entwicklung eines riechenden flüchtigen Oels, **Brandöl**.

Röstbitter (Assamar).

Die Farbe wird anfangs gelb, dann hellbraun und endlich dunkelbraun. Es entsteht zuerst eine eigenthümliche gummiähnliche indifferente Substanz von bernsteingelber Farbe und bitterem Geschmack, **Röstbitter** oder **Assamar** genannt. Das Röstbitter zieht stark Wasser an, löst sich in jeder Menge Wasser und in Weingeist. Die Quantität dieser Substanz nimmt mit der Steigerung der Temperatur zu und dieselbe geht allmälig in eine braune extractartige Masse über. Durch die Entwicklung des Brandöls entwickelt sich ein eigenthümlicher Geruch, verschieden je nach der Art der zersetzten Substanz.

Wichtigkeit des Röstens.

Im Anfange der Röstung ist dieser Geruch bei vielen Substanzen sehr angenehm und bildet daher in Verbindung mit einer kleinen Menge des bitter schmeckenden Assamars den Wohlgeschmack, welchen genießbare Substanzen durch das Rösten, Backen und Braten erhalten, wie bei der Bildung der Brodrinde, beim Braten des Fleisches, beim Darren des Malzes, beim Rösten des Mehls, des Caffee's (S. 251), der Caffeesurrogate (Rüben, Cichorien, Gerste) und der Eicheln. Der Rohrzucker geht durch Röstung in Schleimzucker und dieser in Caramel über.

Das Rösten des Stärkmehls bezweckt blos die Gummibildung (S. 293) ohne Erzeugung von Assamar. Die Veränderung, welche der Brodteig im Innern erleidet, das Braten der Kastanien und Kartoffeln sind keine wirklichen Röstungsprocesse, weil bei Gegenwart von Wasser keine chemische Veränderung des Stärkmehls, sondern nur Kleisterbildung stattfindet.

Das Rösten der Oelsamen hat die Gerinnung des Eiweißes zum Zweck zur vollständigeren Gewinnung des Oels, das Rösten der Cacaobohnen bewirkt die Ablösung der Schale.

Die trockene Destillation.

Wie beim Rösten der Rückstand, so sind bei der trockenen Destillation die flüchtigen oder **empyreumatischen** Produkte der Hauptgegenstand, während hier der Rückstand in der Mehrzahl der Fälle nur aus Kohle besteht.

Die trockene Destillation ist eine im Innern der Materie erfolgende Verbrennung, zu welcher diese den Sauerstoff selbst liefert. Neben den Verbrennungsproducten des Kohlenstoffs und Sauerstoffs entstehen gleichzeitig Oxyde zahlreicher Kohlenwasserstoffradicale, deren Flüchtigkeit sie der weiteren Zerstörung entzieht. Endlich, nachdem kein Sauerstoff mehr vorhanden ist, erscheinen freie Kohlenwasserstoffe: Leuchtgas und Grubengas, welche, wenn die Temperatur den höchsten Grad erreicht hat, in Wasserstoff und Kohlenstoff zerfallen.

Nach der Verschiedenheit der Producte bei der allmäligen Zunahme der Temperatur lassen sich im Allgemeinen drei Perioden der trockenen Destillation unterscheiden.

In der ersten Periode, bei Einwirkung des geringsten Hitzegrades erscheint bei sauerstoffhaltigen Körpern kein permanentes Gas, sondern fast nur Wasser. Je langsamer die Temperatur steigt, um so mehr Sauerstoff entweicht als Wasser, um so weniger in Verbindung mit Kohlenstoff. Die Kohlenausbeute wird demnach um so größer, je langsamer die Erhitzung geschieht.

In der zweiten Periode, bei zunehmender Temperatur beginnt auch der Kohlenstoff sich zu oxydiren, es entsteht Kohlensäure mit wenig Leuchtgas, später erscheint Kohlenoxydgas statt der Kohlensäure, indem diese an den heißen Theilen des Apparates mit glühender Kohle in Berührung kommt.

In der letzten Periode, bei lebhaftem Glühen, nimmt die Entwicklung von Kohlenwasserstoff zu, es erscheint anfangs blos Leuchtgas, später mehr Grubengas und zuletzt nur Wasserstoff mit wenig Kohlenoxydgas und Grubengas. Der Wasserstoff entsteht theils durch die Zersetzung von Grubengas, welches durch die Hitze in seine Bestandtheile zerfällt, theils von Wasser, welches aus den kühleren Theilen der Retorte entweicht und an heißeren Stellen durch die Kohle zersetzt wird. Geschieht bei der Leuchtgasbereitung die Erhitzung nicht schnell genug, so wird dessen Menge durch die der entstehenden flüssigen und festen Kohlenwasserstoffverbindungen verringert. Steigt die Temperatur zu hoch, so büßt das Gas einen großen Theil seiner Leuchtkraft ein, indem Leuchtgas und Wasserstoff überhand nehmen.

Trockne Destillation der stickstoffhaltigen Thiersubstanzen.

Die Verbindungen, welche bei der trockenen Destillation entstehen, werden in jeder Periode einfacher, bis zuletzt Elemente in freiem Zustand auftreten. Man kann daher bei den vielfach zusammengesetzten stickstoffhaltigen Thiersubstanzen jene drei Perioden der Destillation nicht mehr genau unterscheiden. Doch tritt auch schon in der ersten Periode die Verwandtschaft des Stickstoffs zum Wasserstoff mit der Entwicklung von

Ammoniak hervor, welches sich mit Kohlensäure verbindet. Man erkennt daher stickstofffreie Körper meist daran, daß sie bei der trocknen Destillation sauer reagirende Producte liefern, während die Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger Körper alkalisch reagiren. Bei einem Gehalte an Schwefel und Phosphor entwickelt sich Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium und Phosphorwasserstoff.

der organischen Säuren,

Die organischen Säuren, wie Wein-, Trauben-, Citron-, Aepfel- und Gerbsäure, verwandeln sich in der Regel in der ersten Periode der trocknen Destillation in neue Säuren mit einfacherem Radical, **Brenzsäuren**, unter Abscheidung von Wasser oder Kohlensäure oder beiden zugleich.

Wein- und Traubensäure liefern bei 150° R. Brenzweinsäure, Wasser und Kohlensäure, bei 160° Brenztraubensäure nebst Wasser und Kohlensäure; Aepfelsäure bei 120° R. Fumarsäure und Wasser, bei 160° Equisetsäure und Wasser; Gerbsäure bei 168° Pyrogallussäure oder Brenzgallussäure und Kohlensäure, bei 200° Metagallussäure.

Die flüchtigen Säuren (Essigsäure, Ameisensäure, Bernstein- und Benzoësäure) werden nur zersetzt, wenn man sie durch glühende Röhren leitet oder ihre Salze erhitzt.

Die Destillationsproducte der Pflanzenbasen sind noch wenig bekannt.

der Fette

Die Fette gerathen bei 240 und 260° R. in eine dem Kochen ähnliche wallende Bewegung, wobei sie zuerst Wasserdämpfe entwickeln. Bald darauf entwickeln sie auch Kohlensäure, entzündliche Gase und die den einzelnen Fettarten entsprechenden Säuren, Elain-, Palmitin- und Stearinsäure nebst der im Wasser löslichen **Fettsäure**, Acidum sebacicum, $C_{10}H_8O_3$, **Acrolein**, einer die Augen und Nase sehr reizenden Substanz und mehr oder weniger Benzoësäure und Essigsäure.

und

Bei höherer Temperatur, beim Glühen, z. B. mit Sand oder Cookspulver, oder wenn sie über rothglühende feste Körper fließen, entwickeln sie fast nur leicht entzündliche Kohlenwasserstoffverbindungen, namentlich Leuchtgas und andere Körper von ähnlicher Zusammensetzung.

Harze.

Die Harze verhalten sich den Fetten ähnlich und liefern nebst etwas Wasser und den gewöhnlichen Producten der trocknen Destillation Brandsäuren und Brandöle. Die Brandöle der Harze reagiren sauer und haben nicht den widrigen Geruch der Destillationsproducte anderer Körper. Bei schneller Steigerung der Temperatur bilden sie wie die Fette hauptsächlich Leuchtgas und flüchtige flüssige und feste Kohlenwasserstoffverbindungen.

Der Bernstein liefert Bernsteinsäure, 2 Brandöle, Brandharz, Brandsäure, Bernsteincampher.

Das wichtigste Product der trocknen Destillation des Cautschuks (S. 347) ist das Cautschuköl oder **Cautschukin**, wovon es über 3/4 seines Gewichtes liefert. Um es zu reinigen, wird es mit verdünnter Schwefelsäure so oft geschüttelt, als sich diese noch davon färbt, dann zur Befreiung von einem widrigen Geruch einigemal abwechselnd mit Wasser und mit Kalilösung. Es ist farblos, von starkem, nicht unangenehmen Geruch, kocht unter 28° R., löst leicht und schnell Harze auf, ist eines der besten Lösungsmittel für Cautschuk und besteht hauptsächlich aus einem weniger flüchtigen Oel, **Heveen** (Cautschin) von citronenähnlichem Geruch und einem Siedepunkt von 250° R., und einem flüchtigeren Oel, **Cautschen**, welches schon bei 11° R. kocht. Es dient zur Auflösung des Cautschuks und zum Tränken des Tauwerkes, damit es wasserdicht wird und Sommer und Winter weich bleibt.

Destillation des Holzes.

Die trockne Destillation des Holzes ist genauer untersucht als die der übrigen Körper, weil sie am häufigsten vorgenommen wird und mehrere Producte derselben, wie Kohle, Theer und Holzessig technische Anwendung finden. Die Zersetzung des Holzes beginnt bei 360° R. und liefert bei jeder Steigerung der Temperatur neue Producte bis zur Rothglühhitze; bei langsamer Erhitzung weniger flüchtige Producte (14%) und mehr Kohle (22%), bei rascher Erhitzung dagegen mehr flüchtige Producte (25%) und weniger Kohle (16%).

Zuerst erscheint Wasser, dann eine schwächer, später eine stärker sauer reagirende Flüssigkeit, die **Theergalle**, der **Schweiß** oder das **Sauerwasser**, ein Gemeng von **weißem Theer**, Holzessig und Wasser, woraus sich bald der weiße Theer an der Oberfläche abscheidet.

Entstehung des Holzessigs und Theers.

Die Essigsäure zerfällt durch fortgesetztes Erhitzen in Aceton und Kohlensäure, das Aceton aber in ölartige Kohlenwasserstoffe oder **brenzliche** Oele. Das brenzliche Oel ist anfangs dünnflüssig und fast farblos, wird allmälig dicker, schwarzbraun und bildet in diesem Zustande den braunen oder **gemeinen Theer**, auf dessen Oberfläche der **gelbe Theer** schwimmt. Je rascher daher die Erhitzung erfolgt, desto größere Mengen des Holzessigs treten auf einmal auf und um so mehr davon entgeht der weiteren Zersetzung. Eine rasche Erhitzung muß demnach mehr Holzessig, eine langsam zunehmende mehr Theer liefern. Sämmtliche Producte bilden am Ende der Destillation zwei Schichten, wovon die obere, leichtere der Holzessig, die untere, schwerere der Theer bildet.

Gewinnung des Holzessigs und Theers. Sie läßt sich nicht vortheilhaft mit der Kohlenbrennerei verbinden,

Die Fabrikation des Holzessigs wird zugleich mit der des Theers bei der trockenen Destillation des Holzes betrieben. Obgleich die Meilerverkohlung gleichfalls eine trockene Destillation des Holzes ist, so läßt sich die Gewinnung der flüchtigen Producte mit der Gewinnung der Kohle nicht mit Vortheil verbinden. Die Heizung des Meilers wird durch theilweise Verbrennung der flüchtigen Producte bewirkt und erfordert daher den Zutritt von Luft, die Aufsammlung der flüchtigen Producte dagegen geschlossene Verkohlungsräume. Bei der Meilerverkohlung muß man zur Ersparung des Holztransportes dem Holze nachgehen und erschwert dadurch in demselben Maaße die Herbeischaffung der umfangreichen Destillirapparate. Endlich erfordert die Erzeugung der Kohlen langsame, die der flüchtigen Producte dagegen eine rasche Verkohlung (s. oben).

wohl aber mit der Holzgasbereitung.

Die Gewinnung der Holzkohle geschieht daher in der Regel ohne alle Rücksicht auf Holzessig und Theer und bei der Erzeugung der letzteren wird die Gewinnung der Kohlen als Nebensache betrachtet. Doch können Holzessig und Theer auch als Nebenproducte auftreten, nämlich bei der Darstellung des Leuchtgases aus Holz.

In wie weit sich Theerschwelerei und Holzessigbereitung als gesonderte Industriezweige betrachten lassen.

Obgleich man Theer und Holzessig in der Regel gemeinschaftlich erzeugt, so wird doch immer nur einer derselben als Hauptproduct, der andere als Nebenproduct betrachtet, je nach dem Werthe, welchen jeder derselben für eine bestimmte Oertlichkeit hat. So wird der Holztheer nur in jenen Gegenden Gewinn bringen, welche keinen Steinkohlentheer produciren oder billig einführen, während an Orten, wo viel Steinkohlentheer bei der Leuchtgasbereitung abfällt und der Essig aus gegohrenen Flüssigkeiten theuer kommt, wie in England, die Destillation des Holzes fast nur wegen des Holzessigs betrieben wird.

Man unterscheidet daher die Theerschwelerei von der Fabrikation des Holzessigs und richtet sich danach nicht blos mit der Auswahl des Holzes, sondern auch mit der Einrichtung der Destillirapparate, obgleich noch

keine allgemein giltigen Regeln darüber aufgestellt sind, von welcher Art der Einrichtung man vorzugsweise Theer, oder Holzessig zu erwarten habe.

Um bei der Destillation vorzugsweise Holzessig oder Theer zu erhalten, ist zu berücksichtigen 1. die Art des Holzes, 2. das Verfahren bei der Destillation selbst.

Die harzreichen Nadelhölzer liefern vorzüglich Theer (13—14% Theer und 2% Essigsäurehydrat), die Laubhölzer dagegen mehr Holzessig (3—4% Essigsäurehydrat und 9—10% Theer). Trocken gewachsenes und Stammholz liefert mehr Holzessig als feucht gewachsenes und junges Holz.

Die rascheste Erhitzung scheint besonders die Bildung des Holzessigs, eine weniger rasche die des Theers (s. oben) zu begünstigen Man bedient sich daher für die Gewinnung des Holzessigs der eisernen, für die des Theers der gemauerten Destillationsvorrichtungen. Luftzutritt scheint das sauerstoffreichere Product, nämlich den Holzessig zu vermehren, Luftabschluß dagegen den sauerstoffärmeren Theer. Man kann daher in gewöhnlichen Meilern etwas Holzessig gewinnen, während man bei der Verkohlung in Gruben und ausgemauerten Meilerstätten, wo der Luftzutritt bedeutend beschränkt ist, vorzugsweise Theer erhält.

Die Theerschwelerei in eigentlichem Sinne.

Die **Theeröfen**, auch **Pechöfen** genannt, weil aus dem Theer das Pech bereitet wird, sind aus Ziegelsteinen gemauerte oder aus Lehm geschlagene doppelte Cylinder, die sich oben kegelförmig zuspitzen. Der Raum zwischen beiden Mauern dient zur Heizung für das im inneren Cylinder befindliche, zu verkohlende Holz. Der Boden vertieft sich trichterförmig nach dem Mittelpunkt. Von letzterem lauft ein horizontaler Canal unter dem Theerofen weg, nach einer Grube, worin die zur Aufnahme des Theers befindlichen Fässer stehen. Diese Theeröfen sind wegen des außerordentlich großen Verbrauches an Heizmaterial wenig ökonomisch, dennoch aber häufig in Gebrauch.

Die Theerschwelerei ist eine absteigende Destillation. In dem den heißen Wänden des Ofens zunächst liegenden Holze entsteht Brandöl, welches von dem Harze des noch unverkohlten Holzes aufgesogen wird, dasselbe flüssig macht und damit auf den Boden hinabfließt. Im Anfange der Operation erscheint viel Holzessig mit dünnerem Theer. Dieser wird allmälig dicker und wenn die Verkohlung bis in's Innere des Ofens gedrungen, ist die Operation beendet. Es bleibt eine glänzende schwere Kohle, **Theerkohle** zurück.

Die Theerschwelerei in Verbindung mit der Holzessigerzeugung.

Zur gleichzeitigen Gewinnung des Holzessigs und Theers dient der Reichenbach'sche und Schwarz'sche Ofen.

Der **Reichenbach'sche Ofen** ist ein von doppeltem Gemäuer eingeschlossener Raum, dessen Zwischenraum, um die Hitze zusammenzuhalten, mit Sand ausgefüllt ist. Die Erhitzung geschieht mittelst eisernen Röhren, welche den Ofen in verschiedener Richtung durchkreuzen und die heiße Luft aus zwei Feuerungen hindurchleiten. Die flüchtigen Producte entweichen gleichfalls am Boden.

Die Bildung des Holzessigs scheint hauptsächlich durch die rasche Erhitzung mittelst der glühenden Röhren begünstigt zu werden. Der Ofen gestattet einen bedeutenden Umfang (90 Klafter Holzraum), während äußere Heizung bei der schlechten Wärmeleitung des Holzes nicht bis in's Innere großer Destillationsräume bringt und mehr Brennmaterial kostet, als die Heizung der Röhren. Doch muß die Luft noch ziemlich heiß aus der Esse entweichen und die Röhren bald zerstören. Dieses Verkohlungsverfahren ist zuerst in Mähren, sonst aber noch wenig ausgeführt worden.

Der **Schwarz'sche Ofen** unterscheidet sich von dem Reichenbach'schen dadurch, daß man die Flamme selbst aus der Feuerung in den Ofen leitet. Die Essigbildung wird bei dieser Einrichtung nicht blos durch die schnelle Verkohlung, sondern auch durch die oxydirende Wirkung der Flamme vermehrt.

Doch darf nur möglichst wenig Sauerstoff mit der Flamme eintreten, damit keine wirkliche Verbrennung erfolgt. Die Feuerungen haben daher keinen Rost und die Füchse (Rauchcanäle) sind zweimal im rechten Winkel gebrochen. Man erspart bei diesem Ofen nicht blos die theueren Röhren, sondern auch durch die mittelbare Heizung an Brennmaterial. Dieser Ofen ist in Schweden eingeführt, hat aber den Fehler, daß er durch die Hitze leicht Risse bekommt. Uebrigens liefert er Theer und besonders Holzsäure in so großer Menge, daß wenige solcher beständig in Wirksamkeit befindlichen Oefen ganz Europa damit versorgen könnten.

Die Theerschwelerei und

Selten benützt man ausgemauerte Meilerstätten zur Gewinnung des Theers und Holzessigs. Die Meilerstätte bildet eine trichterförmige Vertiefung im Boden und die Producte werden ebenso gesammelt wie in den Theeröfen.

Die Grubenverkohlung unterscheidet sich von der in ausgemauerten Meilerstätten dadurch, daß die trichterförmige Vertiefung im Boden nicht ausgemauert ist. Sie dient hauptsächlich zur Theerbereitung in Schweden und Rußland, wo das Holz weniger Werth hat als in Deutschland, namentlich zur Darstellung des Birkentheers, **Birkenöl**- oder **Dagget**, aus Birkenrinde.

Gewinnung des Holzessigs in Verbindung mit der Kohlenerzeugung.

In gewöhnlichen Meilern, wo stärkerer Luftzutritt stattfindet, scheint besonders die Essigbildung vorzuwalten. Man hat daher die Aufsammlung derselben versucht, sie geschieht jedoch nur auf Kosten der Kohlenausbeute. In den oberen Theil des Meilers gesteckte Thonröhren leiten die flüchtigen Producte in Fässer mit Kalk, kohlensaurem Kalk oder kohlensaurem Natron. Letztere verdichten die Säure, während der größte Theil des Theers und der andern flüchtigen Producte entweicht. Man hat auch zerfallenen Kalk als Decke angewendet.

Die Holzessigfabrikation im eigentlichem Sinne.

Zur ausdrücklichen Gewinnung des Holzessigs bedient man sich stets von außen geheizter geschlossener, liegender gußeiserner Cylinder, wie gewöhnlich in England, oder stehender blecherner, wie gewöhnlich in Frankreich. Letztere sind entweder nicht beweglich oder beweglich. Sie sind leichter zu heizen und haltbarer als die gemauerten Oefen.

Die liegenden Cylinder sind den Gasretorten ähnlich. Die stehenden werden durch spiralförmig um den Cylinder laufende Feuerzüge geheizt. Sie haben 3—4 Fuß Durchmesser, 6—8 Fuß Höhe und 40—50 Cub.-Fuß Inhalt. Die beweglichen werden nach beendigter Verkohlung mittelst eines Krahnes aus dem Ofen gehoben und neu gefüllte dafür eingesetzt. Man braucht daher den Ofen nicht bei jeder neuen Beschickung erkalten zu lassen und erspart dadurch an Brennmaterial und Zeit. Die flüchtigen Producte gehen durch einen wie der Göttling'sche (S. 436) eingerichteten Kühlapparat.

Torf, Braunkohle und Steinkohle hinterlassen bei der trocknen Destillation wie die meisten organischen Substanzen den größten Theil ihrer Masse in der Retorte als Kohle. Der Rückstand von der Destillation der Mineralkohlen heißt **Cooks**. Die Cooks bestehen wesentlich aus Kohlenstoff und erdigen Aschenbestandtheilen. Die Cooks der Stein- und Braunkohlen enthalten auch Einfachschwefeleisen. Die flüchtigen Producte sind gleichfalls Gas, wässrige Flüssigkeit und Theer. Das Gas enthält außer den Gemengtheilen des Holzgases auch etwas Schwefelwasserstoff und bei der Steinkohle auch Schwefelkohlenstoff, Cyan und Stickstoff. Die wässrige Flüssigkeit enthält bei der Steinkohle statt der Essigsäure anderthalbkohlensaures Ammoniak nebst etwas Schwefel-, Chlor-, Cyan- und Schwefelcyanammonium.

Die stickstoffhaltigen Thiersubstanzen unterscheiden sich von den

übrigen organischen Körpern bei der trocknen Destillation hauptsächlich durch die große Menge kohlensaures Ammoniak, welche sie liefern. Außerdem erhält man veränderliche Mengen von essigsaurem Ammoniak und etwas Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, welches an der Luft allmälig in unterschwefligsaures und schwefligsaures übergeht.

Die Darstellung der Thierkohle für technische Zwecke (S. 43) läßt sich eben so wenig mit Vortheil mit der Gewinnung der flüchtigen Producte (Ammoniak und brenzliches Oel, Thieröl) vereinigen, wie die Erzeugung der Holzkohle mit der von Theer und Holzessig. Die Destillation der Knochen zur Ammoniakerzeugung erfordert weit mehr Brennmaterial und liefert eine Kohle von geringerer Güte, weil sie bei rascher und starker Heizung, wie sie die Ammoniakerzeugung erfordert, zu dicht wird, während sie bei langsamer und schwacher Heizung nur wenig Ammoniak bildet. Man läßt deshalb die empyreumatischen Producte bei der Bereitung der Knochenkohle lieber verbrennen.

Dagegen wird die Gewinnung der Destillationsproducte mit der Fabrikation des Blutlaugensalzes verbunden, weil man dabei nicht blos das werthvolle kohlensaure Ammoniak erhält, sondern auch den üblen Geruch vermeidet, welcher bei der Zersetzung so großer Massen sehr belästigend ist. Das kohlensaure Ammoniak ist das Hauptproduct, Blutlaugensalz und Thieröl sind Nebenproducte. Man benützt dazu verschiedene thierische Abfälle, wie altes Leder, Hornspäne, Ochsen- und Schweineklauen, Hufe, Blut, wollene Lumpen, verdorbenes Fleisch, aber keine Knochen, weil sich der phosphorsaure Kalk mit dem kohlensauren Kali zersetzt, phosphorsaures Kali und kohlensauren Kalk bildet.

Die Producte der trockenen Destillation.

Der Holzessig, oder die Holzsäure ist eine verdünnte Essigsäure (von 3 — 8% Säuregehalt). Sie hat eine dunkelbraune Farbe und einen Geruch nach Holzrauch von einem Gehalte an (6%) Brandharz, Brandöl und stickstoffhaltigem Brandextract nebst Aceton, Holzgeist, Kreosot (1½%) und einem kleinen Antheil anderer Stoffe, die sich in größerer Menge im Theer finden, wie Paraffin und Eupion. Er wirkt, besonders in unrectificirtem Zustande, schon in kleinen Mengen (1 Quint) als Gift vermöge seines Gehaltes an Kreosot.

Der Essigsäuregehalt des rohen Holzessigs wird durch Destillation von 4 — 8% auf 7 — 20% erhöht, wenn man die ersten Antheile des farblosen Destillats, bestehend aus Wasser mit wenig Essigsäure, Brandöl und Holzgeist, für sich auffängt. Geruch und Farbe werden jedoch auch durch öfter wiederholte Destillation kaum geändert. Nur durch sehr langsame Destillation, oder bei Zusatz von etwas ($^1/_{25}$) Kohlenpulver erhält man ihn harzfrei und farblos, aber noch mit unverändertem Gehalt an Brandöl. Dieses verharzt sich bald unter dem Einflusse des Lichtes und der Luft und färbt den Essig wieder braun. Die Entfernung des Brandöls gelingt nur durch Erhitzen des Holzessigs mit Braunstein, wodurch es sich oxydirt und dann durch Kohle beseitigen läßt. Dieses Verfahren wurde jedoch wegen seiner Unsicherheit durch die Reinigung mittelst Umwandlung in essigsauren Kalk oder essigsaures Natron (S. 229) völlig verdrängt.

Die stärkere, farblose Holzessigsäure hat 30—40% Essigsäuregehalt und schmeckt auch in verdünntem Zustand etwas stärker sauer als der durch Gährung erhaltene Essig, indem die Schärfe des letzteren durch seinen Gehalt an

organischen Beimengungen gemildert wird. Man versetzt sie daher gewöhnlich mit etwas Essigäther oder Wein und färbt sie mit Caramel.

Der Holzessig schützt das Fleisch, welches damit bestrichen wird, vor Fäulniß, so daß man es an der Luft trocknen kann, allein es trocknet dabei lederartig ein, so daß es ungenießbar wird. Zweckmäßiger ist er gegen den Holzschwamm. In größter Menge aber benützt man ihn zur Herstellung essigsaurer Salze, besonders von Natron, Kalk, Thonerde, Eisen und namentlich Blei (**brauner Bleizucker**) für die Färberei und Kattundruckerei und die holzessigsaure Thonerde auch für die Weißgerberei. Man gewinnt diese Salze mit Holzessig weit billiger als mit reiner Essigsäure, und das Brandöl derselben, statt bei der Anwendung zu schaden, mildert vielmehr die eingreifende Wirkung mehrerer dieser Salze auf die organische Faser. Es verhindert zwar die Krystallisation des Bleizuckers, aber er wird wieder krystallisirbar durch Aufkochen mit sehr wenig Salpetersäure.

Bei der Anwendung des holzessigsauren Eisens zur Tinte wird nicht blos das Schimmeln derselben verhindert, sondern auch jene Gerbsäure erspart, welche sich bei Anwendung von Vitriol in Schwefelsäure auflöst.

Das holzessigsaure Natron heißt **Rothsalz**, weil es zur Darstellung der essigsauren Thonerde oder **Rothbeize** dient. Letztere hat diesen Namen, weil sie besonders zur Darstellung eines ächten Roth mit Krapp benützt wird.

Der Holztheer ist eine honigdicke, klebrige, dunkel rothbraune Flüssigkeit, die sich sehr lange weich erhält, ist schwerer als Wasser, von durchdringendem, nicht uuangenehmem Geruch und scharf bitterem Geschmack, besteht aus mehreren mit Essigsäure verbundenen Brandharzen und Colophonium in Terpentinöl und Brandöl gelöst. Außerdem enthält er noch verschiedene Beimengungen. Diese sind indifferente Verbindungen, theils ölartige Flüssigkeiten, namentlich viel Kreosot (im Buchentheer 20—25%), ferner Eupion, Kapnomor, Pikamar, theils feste, krystallisirbare, wie Paraffin, Cedriret, Chrysin, Pyrin. Die meisten bestehen aus Kohlenwasserstoff, nur wenige davon, wie Kreosot und Pyrin, enthalten etwas Sauerstoff. Das Brandharz bildet mit der Essigsäure eine Doppelsäure.

Der Buchen- und Eichenholztheer hat 1,110, der aus harzigem Holz nur 1,040 spec. Gew. Er ist um so mehr geschätzt, je mehr er Harz enthält, daher besonders der aus dem Kernholz starker Bäume und aus den sogenannten rothen Kiefern und Fichten. Der bei der Leuchtgasbereitung aus Holz gewonnene Theer enthält mehr Oel und Essigsäure als Harz.

Mit Wasser übergossen giebt der Theer Essigsäure und etwas von den übrigen Bestandtheilen an dasselbe ab, färbt es gelb und ertheilt ihm einen Theergeruch und -Geschmack, **Theerwasser**. Der Theer löst sich in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen und läßt sich mit Fetten mischen.

Der weiße und gelbe Theer enthält fast unverändertes Harz, Terpentin und etwas Brandöl.

Der Birkentheer, Birkenöl oder Dagget hat eine dünne Consistenz, einen eigenthümlichen Juftengeruch und enthält Betulin oder Birkenkampfer aus der Rinde der Birke.

Der Holztheer dient als Anstrich für Holzwerk, namentlich der Schiffe und des Tauwerkes gegen den Einfluß der Feuchtigkeit und gegen Wurmfraß. Beim Kalfatern der Schiffe setzt man ihm etwas Schiffpech zu. Aus Abfällen getheerter Taue wird unter Zusatz von Theer ein gegen Feuchtigkeit sehr zweckmäßiges Packpapier dargestellt. Mit Ziegelmehl bildet er den Brunnenmacherkitt. Er dient ferner zur Darstellung von Leuchtgas und als gemeine Wagen- und Maschinenschmiere. Durch Erhitzen größtentheils von Brandöl befreit und mit Pottaschenlösung gekocht, bildet er eine Seife, die viel Wasser

bindet und jetzt häufig als bessere Wagenschmiere dient (vgl. S. 339). Beim Versetzen des Theers mit Kalk oder Torfasche (größtentheils kohlensaurer Kalk) entsteht harzsaurer Kalk, welcher als Anstrich leichter trocknet und einen gegen die Witterung sehr dauerhaften Firniß bildet.

Das Theerwasser dient in der Gerberei zum Schwellen der Häute. In der Medicin wird sowohl der Theer als das Theerwasser zu innerlichen und äußerlichen Anwendungen benützt. Der Birkentheer ist in Rußland ein altes Volksmittel gegen innerliche und äußerliche Krankheiten; er dient ferner als Wagenschmiere, zum Theeren der Dächer, zur Verfertigung des Juftenleders und zur Darstellung des reinen Birkenöls.

Der Steinkohlentheer oder Kohlentheer ist von Leinölconsistenz, schwärzer, von üblerem Geruche, schwerer als der Holztheer (von 1,120 bis 1,150 spec. Gew.) und erhärtet leichter an der Luft. Seine festen Bestandtheile sind Brandharz mit zwei indifferenten krystallinischen Substanzen, dem Naphthalin und Paraffin; der flüssige Theil, das Brandöl besteht aus mehreren indifferenten Kohlenwasserstoffen, nämlich dem Benzin oder Benzol, dem Toluol, Xylol, Propyl und Butyl, zwei Säuren, der Phenyl- oder Carbol- und Rosolsäure und aus vielen stickstoffhaltigen Basen, wie Pyridin, Anilin, Pikolin, Chinolin u. s. w.

In den meisten Gasanstalten wird mehr Steinkohlentheer producirt als verkauft und man hat versucht, ihn als Heizmaterial unter den Gasretorten selbst zu verbrennen. Er kommt deshalb, auch bei ziemlich weitem Transport, häufig 8 — 10mal so billig als der Holztheer und wird daher jetzt sehr allgemein statt des Holztheers benützt, wo er ihn ersetzen kann.

Als Feuchtigkeit abhaltender Anstrich auf Holz, Metall, Mauerwerk und für die Dorn'schen Lehmdächer trocknet er schneller und widersteht der Witterung besser als der Holztheer, doch eignet er sich nicht so gut wie dieser wegen des raschen Erhärtens zu Maschinen- und Wagenschmiere und zum Theeren der Taue, welche der Holztheer länger geschmeidig erhält; auch schützt er das Holz weniger gut vor Fäulniß als der sauere und mehr Kreosot enthaltende Holztheer, er verseift sich eben deshalb auch nicht so leicht und eignet sich daher weniger zum Versetzen mit Kalk bei Anstrichen und zur Darstellung der Kaliharzseife als Wagenschmiere, doch wird er demohngeachtet wegen seiner Wohlfeilheit auch hiezu häufig angewendet.

Er kann auch zur Darstellung des Leuchtgases dienen, allein dasselbe rußt stark. Als Heizmaterial verbrennt man ihn daher mit Wasserdampf zusammen, indem nicht nur der Rauch durch den Sauerstoff des Wasserdampfes verbrennt, sondern auch durch Verbrennung des Wasserstoffes die Hitze zunimmt. Man verbindet daher bisweilen die Rußfabrikation mit der Verkookung der Steinkohle. Mit Steinkohlen- und Braunkohlenklein, Torf- und Coolsabfall, Sägespänen u. s. w. angemacht und zusammengepreßt liefert er ein Brennmaterial, das sich besonders für die Dampfschifffahrt eignet, weil es einen kleineren Raum einnimmt, sich leicht entzündet und eine heiße Flamme giebt.

Er dient ferner zur Darstellung des Steinkohlentheeröls; der Rückstand von der Destillation wird unter dem Namen **künstlicher Mineraltheer** heiß mit gemahlenem Kalkstein zum Teige gestampft, in Formen geschlagen und dient so als Mineralkitt, Asphaltmastir oder künstlicher Asphalt zu Trottoirplatten. Wird er eingekocht, so liefert er ein hartes, schwarzes Pech.

Der Braunkohlentheer enthält Brandöle verschiedener Flüchtigkeit,

Erdharz, Paraffin, Eupion und Kapnomor und nähert sich in der sauren Beschaffenheit mehr dem Holztheer.

Der Torftheer reagirt alkalisch und ist reich an Kreosot und Paraffin. Man unterwirft daher den Torf in Irland, wo er sehr billig (der Centner kaum auf 3 kr.) kommt, zur Gewinnung des Paraffins einer theilweisen Verbrennung, indem man Luft in den unteren Theil eines stehenden Cylinders einbläst.

Aus dem Alaunschiefer erhält man einen Theer, welcher unter Andern Paraffin, Kreosot, Ammoniak und mehrere Oele von verschiedener Flüchtigkeit enthält. Er ist aber noch nicht genauer untersucht.

Der Bergtheer oder Mineraltheer ist leichter als Wasser, von eigenthümlichem Geruch, besteht aus der Auflösung einer asphaltartigen Substanz in einem dem Steinöl ähnlichen Oel und dient, wo er vorkommt (Persien, Frankreich) mit Asphalt, gemahlenem Kalk oder Kreide und Sand zur Darstellung von Mineralkitt oder Asphaltmastix für Trottoirplatten, selbst Straßenpflaster, Dächer und Keller, da er vermöge seiner Dichtigkeit und Zähigkeit die Nässe vollkommen abhält und dem Drucke gut widersteht. Er dient ferner zum Theeren von Holz, Tauen, Segeln und zur Darstellung des Steinöls.

Das rohe Thieröl, stinkende Hirschhornöl oder der Knochentheer ist dickflüssig, schwarzbraun, schwerer als Wasser, von äußerst widrigem Geruch und scharf bitterlichem, empyreumatischem Geschmack, besteht aus Brandharz, gelöst in einem indifferenten und mehreren basischen Oelen mit kohlensaurem Ammoniak, Schwefel- und Cyanammonium, Paraffin, Naphthalin, Kapnomor, viel Eupion und Kreosot. Es dient als Arzneimittel, zur Abhaltung lästiger Insecten, zur Darstellung des reinen Thieröls, ist brauchbar zur Darstellung des Kreosots und liefert ein vorzüglich schönes Leuchtgas, das nahezu gleiche Gewichte Leuchtgas und Grubengas enthält, allein es ist nur in der Nähe mancher Fabriken zu haben und nicht in hinreichender Menge zur Beleuchtung ganzer Städte.

Die verschiedenen Arten des brenzlichen Oels oder des Theers liefern bei der Destillation mit Wasser das Brandöl (Pyrelaïn und Pyrostearin), während das Brandharz (Pyrretin) in der Retorte zurückbleibt. Die technisch wichtigsten Arten des Brandharzes sind das aus dem Holztheer gewonnene schwarze Pech und das Steinkohlenpech.

Das gemeine schwarze Pech besteht hauptsächlich aus Brandharz mit Colophon und Paraffin. Es ist eine schwarze, harzige, klebrige, und vermöge seines Paraffingehaltes in der warmen Hand knetbare Masse von glasigem Bruch, es ist weicher als das Fichtenharzpech und fließt schon bei gewöhnlicher Temperatur (noch unter + 15° R.) allmälig aus einander, so daß es sich nur in Fässern aufbewahren und transportiren läßt, es hat einen eigenthümlichen, nicht unangenehmen, von dem des Fichtenpeches verschiedenen Geruch. Es schmilzt in kochendem Wasser und wird dabei äußerst dünnflüssig, es ist in Alkohol, ätzenden und kohlensauren Alkalien löslich.

Es dient, nicht blos, weil es billiger kommt, sondern auch, weil es zäher ist, als das braune Pech, welches leicht abspringt, und wegen seiner Dünnflüssigkeit als Zusatz zum Theer beim Theeren und Calfatern der Schiffe und heißt daher auch Schiffpech; ferner zum Schwärzen des Eisens, doch ist es für letzteren Zweck jetzt ziemlich von dem bequemeren und dauerhafteren Asphaltfirniß verdrängt; zur Befestigung der Borsten für Bürsten und Pinsel, weil sich das braune Pech, namentlich in der Nässe, leicht ablöst und die Borsten gehen läßt; als Schusterpech zum Wichsen der Drähte, wozu

es häufig mit etwas Talg versetzt wird, um es weicher zu machen, ohne daß es klebt (vgl. auch S. 339). Man benützt es außerdem zu wasserdichtem Kitt, zu Fackeln und zur Darstellung von Leuchtgas.

Weißes Pech ist der Destillationsrückstand von weißem und gelbem Theer (vgl. auch S. 338).

Das **Steinkohlenpech**, **Kohlenpech** oder **trockener Steinkohlentheer** bleibt beim Abdampfen des Theers (über ¹/₃ desselben), besteht aus Brandharz und Naphthalin, ist geruchlos, härter, aber auch weniger zähe und klebrig als das gemeine schwarze Pech, daher für die meisten Zwecke weniger brauchbar als dieses, desto besser aber für Asphaltmastix und mit Cautschuk und Colophon in rohem schwerem Steinkohlentheeröl gelöst als **Eisenfirniß**.

Jet. Das Steinkohlenpech dient ferner zur Herstellung jener schwarzen Masse für Schmucksachen, welche unter dem Namen **Jet**[1]) bekannt ist. Die billigere Sorte besteht aus einem Gemenge von Braunkohlenpulver und Steinkohlenpech, welches noch warm stark gepreßt wird. Nachdem man den Waaren auf der Drehbank die verlangte Form und Glätte gegeben hat, streicht man sie schwarz an und taucht sie in geschmolzenes Paraffin, wodurch sie den schönen Glanz erhalten. Die feinste Sorte erhält man durch Zusatz von etwas Braunstein (12%) und Schwefelsäure (3%) die mit gleichem Gewicht Wasser verdünnt ist, zum schmelzenden Pech. Der entwickelte Sauerstoff macht es härter und weniger angreifbar für Wärme und chemische Agentien. Diese Masse ist an sich glänzend, bedarf daher keines künstlichen Glanzes und hat zum Theil einen glasigen Bruch.

Imitirtes (nachgeahmtes) **Jet** widersteht selbst Hammerschlägen, während das **ächte** leicht zerbricht und ist wesentlich gehärteter Kautschuk. Ersteres ist aber um so weniger spröde, je langsamer es bei der Bereitung erkaltet war, was gegen 24 Stunden dauern darf.

Die **Brandöle** sind in reinem Zustande farblos, dünnflüssig, in der Regel leichter als Wasser, meist von widrigem, festen Körpern lange anhaftendem Geruch und brennendem Geschmack, sehr flüchtig, leicht entzündlich, verbrennen mit gelber und rußender Flamme und zeigen gegen die Luft ein verschiedenes Verhalten. Die meisten verharzen leicht unter Aufnahme von Sauerstoff, noch schneller mit schwefelsaurem Eisenoxyd. Einige widerstehen diesen oxydirenden Einflüssen und lassen sich daher lange aufbewahren. Sie sind in wasserfreiem Alkohol, Aether und fetten Oelen leicht, nicht aber in Wasser löslich. Die aus Pflanzenstoffen dargestellten bilden mit Schwefelsäure der Aetherschwefelsäure ähnliche Verbindungen. Von Alkalien werden einige aufgelöst, andere nicht. Sie sind gute Auflösungsmittel für Cautschuk, welches sie, wenn sie harzfrei sind, unverändert, im Gegentheil aber lange klebend zurücklassen. Nur ihr widriger und anhaltender Geruch hat es lange verhindert, sie zur Firnißbereitung zu benützen. Blos die technisch wichtigen sind genauer untersucht. Die wichtigsten sind das Steinkohlentheeröl und Cautschuköl (s. S. 464), weniger das Holz-, Birken-, Kien-, Pech-, Schiefer- und Thieröl.

Das **Holzöl** wird erhalten durch Rectification des Oeles, welches bei der Holzessigbereitung zuerst übergeht. Es hat eine gelbliche Farbe, welche bei längerem Aufbewahren braun wird und ist ein Gemenge von mehreren Oelen, theils von dem relativen Verhältnisse C_3H_4, theils Sauerstoffverbindungen derselben von verschiedener Flüchtigkeit nebst mehreren Gemengtheilen des Theers, wie Kreosot.

Es geht bei der Destillation mit Wasser stets gelblich, bei der Destillation für sich nur im Anfang farblos über. Durch Destilliren mit etwas festem Aetzkali erhält man es bleibend farblos, von ätherartigem, aber betäubendem Geruch, der von einen kleinen Menge flüchtigen Alkaloids herrührt. Aus dem Rückstand

---

1) Das englische Jet heißt Gagat oder Pechkohle, woraus **früher** der schwarze Schmuck gemacht wurde.

in der Retorte scheiden Säuren eine übelriechende theerartige Substanz ab, die etwas Kreosot enthält. Durch Schütteln des Oels mit verdünnter Schwefelsäure wird es von dem Alkaloide befreit und hat nun einen angenehmen, ätherartigen Geruch. Durch Behandlung mit weingeistiger Kalilösung läßt es sich nur zum Theil, durch wässrige Lösung dagegen gar nicht reinigen. Wo der Holztheer billig genug kommt, eignet es sich als Brenn- und Firnißmaterial.

Das Kienöl wird in Frankreich und Schweden aus dem gelben und weißen Theer destillirt. Es ist mit Brandöl gemengtes übelriechendes Terpentinöl, wasserhell, wird aber schnell gelb an der Luft und wird als eine geringe Sorte des Terpentinöls betrachtet und benützt.

Das Pinolin ist das flüchtige Product der trocknen Destillation verschiedener americanischer Nadelholzharze. Es hat ähnliche Zusammensetzung und Eigenschaften wie das Terpentinöl, ist aber billiger als dieses, allein es verharzt nicht so leicht und verflüchtigt sich daher schneller. Dadurch erscheinen die damit verdünnten Firnisse nach dem Trocknen matt und mürbe. Gereinigt dient es auch zum Brennen.

Das Pechöl wird erhalten durch Destillation des Theers mit Wasser, es besteht aus einem Gemenge von Terpentinöl, Brandöl und Brandharz, ist braun, stark- und übelriechend, wird durch Rectification farblos und dient zur Darstellung von Leuchtgas.

Das rectificirte Birkenöl ist von schwächerem, aber angenehmerem Geruch als das rohe und dient zur Darstellung des künstlichen Rums.

Das Steinkohlentheeröl wird erhalten durch Destillation des Steinkohlentheers mit Wasser, es ist blaßgelb, vom specif. Gew. des Wassers, wird durch Licht und Luft braunroth, hat einen dem Steinöl ähnlichen Geruch, brennt mit heller, rußender Flamme und besteht aus den flüchtigeren Substanzen des Steinkohlentheers (S. 470), welche etwas Harz gelöst enthalten, hauptsächlich aus dem indifferenten Benzol und 3 farblosen basischen Oelen: Anilin, Leukolin und Pikolin. Nur das Benzol und Anilin sind technisch wichtig. Steinkohlentheeröl.

Man reinigt das rohe Steinkohlentheeröl für technische Zwecke, indem man es mit 1% rauchender Schwefelsäure 1 oder 2 Stunden lang stark rührt, die Schwefelsäure mit den verkohlten Theilen von dem Oel absetzen läßt, mit Wasser wäscht und, um es zu entwässern, über 4% ungelöschtem Kalk abdestillirt. Das erste Drittel des Destillats, von 0,85 spec. Gew., das leichte Steinkohlentheeröl oder das Benzol des Handels besteht nur zum Theil aus Benzol (s. S. 474) und dient zur Bereitung von Eisenfirniß, statt Terpentinöl zum Verdünnen der Firnisse, zum Ausmachen von Harz- und Fettflecken und zur Darstellung des reinen Benzol und Anilin, das zweite von 0,90 — 0,95, das schwere Steinkohlentheeröl ist wesentlich Phenylsäure und dient in gereinigtem Zustand als solche sowie auch zur Darstellung des Anilin und der Pikrinsäure. Das dritte von 1,0 spec. Gew. wird nochmals der angegebenen Behandlung unterworfen.

Der Rückstand von der Destillation des Steinkohlenöls mit Kalk ist eine Kalk-Harzseife von fettiger Beschaffenheit und sehr üblem Geruch, welche als Wagenschmiere brauchbar ist.

Die Oele des Theers aus Braunkohle, Torf, Kohlen- und Brandschiefer (Schieferöl), bituminösem Kalk und Mergel finden unter dem Namen Photogen und Solaröl sehr verbreitete Benützung als Leuchtmaterial. Man bewirkt zunächst möglichst vollkommene Scheidung des Theers vom Theerwasser durch Erwärmen in Destillirblasen mit Wasserdampf, weil wasserhaltiger Theer bei der Destillation übersteigt und die gewöhnliche Ursache der Brandunfälle in solchen Fabriken ist. Der Theer wird abgenommen und destillirt. Zuerst gehen die flüchtigen Oele von 0,76 — 0,84 spec. Gew. über, Solaröl.

welche das **Photogen** bilden. Das später übergehende Oel ist weniger flüchtig und schwerer, enthält viel Paraffin und heißt **Solaröl.** Was zuletzt übergeht, enthält so viel Paraffin, daß es beim Erkalten krystallisirt und dient zur Darstellung des Paraffin. Das rohe Oel wird durch (6—8%) Natronlauge (von 60° Baumé) von Säuren und Kreosot, dann durch 10—12%) concentrirte Schwefelsäure von Harz befreit und nochmals mit ($^1/_3$ — 1%) Lauge behandelt. Es ist jetzt hell, weingelb und von erträglichem Geruch, wird aber nochmals destillirt. Der Rückstand ist ein weingelbes Oel von 0,87—90 spec. Gewicht und dient als Schmiermittel, weil es nicht verharzt. Von dem paraffinhaltigen Oel werden noch 10 — 12% abbestillirt und der Rückstand auf Paraffin verarbeitet.

Das Photogen siedet schon bei 48° R., entzündet sich ohne Docht, z. B. beim Verschütten, und kann beim Erwärmen in der Lampe leicht Explosionen bewirken. Das Solaröl hat einen weit höheren Siedepunkt (120° R.) brennt daher nur mit Dochten und nur dieses eignet sich wegen seiner Gefahrlosigkeit zur Beleuchtung, doch bringt man jetzt häufig das Gemenge von beiden, welches gleichfalls nicht feuergefährlich ist, als Solaröl in den Handel.

Das rectificirte Thieröl oder Dippels Oel ist farblos, sehr flüchtig, von durchdringendem, aber gewürzhaftem Geruch, wird durch Licht und Luft leichter als andere Brandöle bräunlich und endlich schwarz. Es reagirt auch in reinem Zustand alkalisch, indem es wesentlich aus mehreren basischen Oelen besteht. Es dient als Arzneimittel, soll frei von Fettsäuren sein und wird daher aus Horn oder andern von Fett befreiten Thierstoffen dargestellt.

Von den einzelnen Producten der trockenen Destillation haben mehrere in gereinigtem Zustand eine technische Benützung gefunden, nämlich das Benzol oder Phenylhydrür $C_{12}H_6 = \frac{C_{12}H_5}{H}$, die Phenylsäure oder das Phenyloxydhydrat $C_{12}H_6O_2 = \frac{C_{12}H_5}{H}O_2$, das Kreosot $C_{14}H_8O_2$, das Anilin $C_{12}H_7N$, das Paraffin $C_{40}H_{42}$ und Naphthalin $C_{20}H_8$.

Das Benzol, Benzin oder Phenylhydrür $C_{12}H_6 = \frac{C_{12}H_5}{H}$ hat einen angenehmen ätherischen Geruch, 0,85 spec. Gewicht, siedet bei 64° R. und wird von concentrirten Säuren und Alkalien nicht verändert. Man erhielt es ursprünglich durch trockene Destillation der Benzoësäure mit Kalkhydrat, jetzt aber weit billiger aus dem leichten Steinkohlentheeröl (S. 473) durch fractionirte (portionweise aufgefangene) Destillation. Was zuerst (nämlich bei 64 — 68° R.) übergeht, ist größtentheils Benzol. Man läßt es bei 10° R. erstarren, preßt es aus und rectificirt es im Wasserbad. Das reine Benzol ist nicht zu verwechseln mit dem Benzol des Handels (S. 473) und dient zur Darstellung des Anilin.

Das Anilin[1]), $C_{12}H_7N$ hat einen gewürzhaften Geruch, 1,020 spec. Gewicht, siedet bei 146° R., wird an der Luft gelb und verharzt sich. Es nimmt etwas Wasser auf, ist jedoch in Wasser wenig löslich, aber in Alkohol und Aether in jedem Verhältniß. Es wird an der Luft gelb und verharzt

1) Es hat seinen Namen von Anil, einem Beinamen der Indigpflanze, Indigofera Anil, weil man es zuerst durch trockene Destillation des Indigo mit Kali erhielt.

sich endlich. Es bläut Lackmus nicht, färbt aber Georginenpapier grün. Es ist ein betäubend wirkendes Gift. Seine Salze färben Holz citrongelb und die Färbung wird weder durch Chlor, noch durch Säuren oder Alkalien zerstört [1]). Es ist nur in geringer Menge ($^1/_2$%) im Steinkohlentheer enthalten, aber das Benzol, welches in großer Menge darin vorkommt, läßt sich künstlich in Anilin umwandeln. Das Benzol verwandelt sich nämlich durch Salpetersäure in Nitrobenzol $C_{12}H_5 (NO_4)$, indem 1 Atom Wasserstoff durch 1 Atom Untersalpetersäure ersetzt wird. Das Nitrobenzol dient wegen seines Bittermandelgeruches auch als Parfüm unter dem Namen „künstliches Bittermandelöl." Es wird durch gewisse Reductionsmittel (wie Wasserstoff im Entstehungsmoment, Schwefelwasserstoff, arsenige Säure, Antimonoxyd, essigsaures Eisenoxydul, Zinn mit Salzsäure, alkalische Lösung von Krümelzucker u. s. w.) in Anilin verwandelt. Am einfachsten erwärmt man das Nitrobenzol mit Zinkstaub [2]) und Wasser: $C_{12}H_5NO_4 + 6Zn + 2HO = 6ZnO + C_{12}H_7N$. Das Anilin liefert sehr feurige Farbstoffe von allen Farben (Roth, Blau, Violett, Grün, Gelb, Braun, Schwarz), welche unter dem Namen **Anilin-** oder **Theerfarben** bekannt sind. Sie erregten bei ihrem Bekanntwerden großes Aufsehen durch ihre Schönheit, waren aber anfangs sehr theuer. Da sich jedoch sehr viele Chemiker mit ihrer Darstellung beschäftigten, so wurden bald wohlfeilere Darstellungsarten ermittelt und sie sind jetzt ziemlich billig. Sie färben Seide und Wolle ohne Beize, Baumwolle mit Alaun oder organischen Beizen, wie Oel, Kleber, Caseïn, Leim, Eiweiß oder Gerbsäure. Sie widerstehen den stärksten Säuren und Alkalien sehr gut und werden durch erstere selbst noch schöner, allein durch das Licht und selbst durch die Luft ohne Licht werden sie sehr bald zerstört. Man benützt sie daher fast nur für Seide, seltner für Wolle und fast gar nicht für Baumwolle. Wegen ihrer Billigkeit und leichten Behandlung eignen sie sich für die Kleinigkeitsfärberei, besonders in Haushaltungen, aber ihre Benützung in Färbereien hat schon sehr abgenommen. Auch als Lackfarben verblassen sie sehr schnell am Licht. Ihre Zusammensetzungen und Entstehungsprocesse sind noch sehr unvollständig ermittelt.

Das Anilinroth hat je nach seiner Darstellungsweise verschiedene Namen, wie Roseïn, Azaleïn, Fuchsin, Magenta, Solferino 2c. und entsteht durch die Einwirkung verschiedener Oxydationsmittel (Ozon liefernde Substanzen) auf Anilin bei höherer Temperatur (wie Chlorkalk, Salpetersäure, Chromsäure, Kaliumeisencyanid mit Kali oder Natron, übermangansaures Kali, Quecksilberoxyd, Blei- und Manganhyperoxyd, Quecksilber-, Zinn-, und Antimonchlorid, Arsenik- und Antimonsäure 2c.) durch Entziehung von Wasser. Sämmtliche Arten des Anilinroth sind in Auflösung karmesinroth, in krystallisirtem Zustand messinggelb, metallglänzend. Das Anilinroth ist das Salz einer stickstoffhaltigen Basis, $C_{40}H_{19}N_3$, Rosanilin genannt, in Deutschland und Frankreich ist es meist Chlorid oder Sulphat, in England essigsaures Salz, welches leicht große Krystalle bildet. Das Rosanilin krystallisirt in farblosen Nadeln und Tafeln

---

1) Man kann dadurch den Holzstoff im Papier erkennen. Schwefelsaures Anilin färbt Fichten-, Tannen-, Buchen-, Linden-, Pappel-, Birken-, Erlen- und Ahornholz und Roggenstroh, nicht aber Flachs-, Hanf- und Baumwollenfaser, wohl aber die Holztheile von Flachs und Hanf.

2) Das Product, welches bei der Darstellung des Zinks zuerst übergeht und 80 bis 95% höchst fein zertheiltes Zink enthält. Der Rest ist hauptsächlich Zinkoxyd.

und ist in kochendem Wasser nur wenig, leicht aber in Alkohol löslich. Die wässrige Lösung ist farblos, die geistige aber tief roth. Seine Salze krystallisiren leicht und lösen sich sowohl in Wasser, als in Weingeist mit rother Farbe auf. Die sauren Salze sind rothbraun und in Wasser leichter löslich als die Neutralsalze. Letztere lösen sich daher leicht in angesäuertem Wasser und in Alaunlösung. Die schönste rothe Farbe besitzt das essigsaure Rosanilin. Alkalien zersetzen die Salze und entfärben sie dadurch, Säuren stellen die rothe Farbe wieder her. Das Anilinroth übertrifft das Safflorroth an Feuer; an Haltbarkeit steht es aber dem Holzroth nach. Das Anilinroth wird jetzt meistens durch Anwendung von Arseniksäure dargestellt. Bei richtigem Verfahren wird der Arsenik vollkommen entfernt, nicht aber bei nachlässigem Verfahren, es kommt nur selten arsenfreies Anilinroth im Handel vor, aber der Arsenikgehalt ist bei der Ausgiebigkeit der Farbe in der Zeugfärberei nicht gefährlich, indem 1 Pfund Anilinroth 200 Pfund Wolle färbt, wohl aber für Conditorwaaren.

Proceß bei der Bildung des Rosanilin aus Anilin.

Das Anilin liefert in reinem Zustande blos Violett und Blau, Roth dagegen nur, wenn es, wie gewöhnlich, Toluidin $C_{14}H_9N$ enthält:
$2C_{14}H_9N + C_{12}H_7N + 6O = 6HO + C_{40}H_{19}N_3$ d. h. 2 Atome Toluidin und 1 Atom Anilin bilden mit 6 Atomen Sauerstoff 6 Atome Wasser und 1 Atom Rosanilin. — Das Toluidin ist eine organische Basis, welche man zuerst aus dem Tolubalsam erhielt. Durch trockene Destillation desselben entsteht Toluol $C_{14}H_8$. Dieses bildet mit Salpetersäure das Nitrotoluol $C_{14}H_7$ (NO_4) und dieses durch Reduction mit Schwefelwasserstoff Toluidin.

Das Anilinviolett entsteht entweder, wie das Anilinroth, aus dem Anilin, aber durch schwächere Wirkung der Oxydationsmittel, (den Proceß vgl. S. 223), oder wie das Anilinblau aus dem Anilinroth durch Reduction, aber durch schwächere Wirkung der Reductionsmittel, d. h. in kleinerer Menge, in kürzerer Zeit und bei schwächerer Erhitzung. Solche Reductionsmittel sind: Zinnchlorür, Aldehyd, ätherische Oele oder Anilin. Das schönste Violett liefert das Aethyl-Rosanilin, welches durch Einwirkung von Jodäthyl auf Rosein entsteht. Es krystallisirt in bronzefarbigen, metallglänzenden Blättchen, löst sich in kochendem, mit Essigsäure angesäuertem Wasser und stimmt in Schönheit der Farbe und im chemischen Verhalten mit dem Anilinroth überein.

Das Anilinblau entsteht aus Anilinroth auf dieselbe Weise wie Violett, wenn die Wirkung der Reductionsmittel länger dauert (den Proceß vgl. S. 223). Es krystallisirt in blauen kupferglänzenden Nadeln und löst sich nur in Alkohol, wird aber durch Behandlung mit Schwefelsäure bei 100° R., jedoch unter bedeutendem Verlust in Wasser löslich. Es kommt auch im Handel in Wasser lösliches Blau vor. Es färbt auch Seide und Wolle nur dauerhaft mit Alaunbeize, oder besser auf schwefelsaurer Thonerde mit Zinnchlorid und Schwefelsäure.

Es färbt stets mit einem Stich in's Violette. Um statt dessen mehr einen grünlichen Stich zu erzielen, wird die Wolle lange gekocht, weil sie das im Blau vorhandene Roth nicht annimmt. Auch Säuren liefern ein reineres Blau.

Das Anilingrün entsteht durch Erhitzen der Lösung eines Anilinsalzes in Salzsäure oder Schwefelsäure mit Aldehyd, bis sie schön dunkelgrün ist und hierauf Erhitzen mit unterschwefligsaurem Natron zum Sieden. Je größer die Menge des Letzteren, desto mehr geht das Grün in's Gelbliche. Es kommt als Teig und als Auflösung vor von tief und feurig smaragdgrüner Farbe, färbt aber trotzdem nur wenig tief und mehr bläulichgrün. Doch wird die Farbe durch Säure mehr gelblich. Es wird gelöst, wenn man es mit Wasser und etwas Schwefelsäure anrührt und dann in kochendes Wasser bringt. Die beste Beize für Anilingrün auf Wolle ist Gallussäure.

Das Anilingelb, Anilinorange oder Chrysanilin, $C_{20}H_{17}N_3$,

erhält man bei der Darstellung des rothen Farbstoffes durch salpetersaures Quecksilberoxyd nach dem Auskrystallisiren des Anilinroths durch Fällung der Mutterlauge mittelst Kochsalz, Abdampfen derselben und Auslaugen. Es kommt als pomeranzengelbe Flüssigkeit, oder als rostgelbes Pulver vor, ist in Wasser wenig, aber leicht in Alkohol und Aether löslich, wird durch Säuren scharlachroth und durch Alkalien wieder gelb. Es färbt Seide und Wolle schön goldgelb.

Das Anilinbraun entsteht durch Erhitzen von schmelzendem salzsaurem Anilin mit Anilinviolett oder -Blau, kommt als gelblicher Teig und als dunkelbraune Flüssigkeit vor und ist in Wasser löslich. Es ist als Anilinfarbe billig, aber doch theurer als andere bessere braune Farbstoffe.

Ein Anilinschwarz als solches existirt nicht im Handel, sondern es entsteht erst auf den Geweben sowohl beim Färben als Drucken durch die Einwirkung von Oxydationsmitteln, wie Schwefelkupfer mit chlorsaurem Kali auf Chloranilin.

Das beste Oxydationsmittel ist schwefelsaures Kupferoxyd oder Chlorkupfer, allein beide zerstören bald die stählernen Abstreichmesser der Druckmaschinen. Tränkt man aber das Zeug mit dem Kupfersalz, so fällt dies zwar weg, aber die meisten Farben werden durch Kupfersalze verändert. Man wendete daher Ferridcyan-Ammonium als Oxydationsmittel an, allein dieses kommt theuer, wird in der Farbe schon vor dem Druck leicht zersetzt, erfordert eine stärkere Wärme zu seiner Wirkung, als die Trockenräume leicht erreichen und wirkt häufig ungleich. Schwefelkupfer dagegen verwandelt sich erst auf dem Zeug allmälig in schwefelsaures Kupferoxyd und ist von den angeführten Fehlern frei.

Das Anilinschwarz ist so tief, daß alles übrige Schwarz grau oder grünlich dagegen erscheint. Wie alle Anilinfarben widersteht es den Säuren und Alkalien und selbst dem Chlorkalk, eignet sich daher besonders zum Zeugdruck für Krappartikel und als chemische Tinte zum Wäschezeichnen. Es färbt nicht ab und trübt daher andere Farben nicht. Wenn es sich bestätigt, daß es darin von den übrigen Anilinfarben abweicht, daß es auch dem Lichte widersteht, so würde es zu den wichtigsten Farben gehören, welche die Industrie bis jetzt hervorgebracht hat.

Ein allgemeines Reagens auf Anilin und Anilinfarben bildet die salpetrige Säure, welche sämmtlich nach längerer Einwirkung in einen gelben Farbstoff verwandelt. Das aus dem Anilin entstehende Gelb wird aber durch Säuren geröthet und durch Alkalien wieder gelb, das aus den Farben entstehende Gelb dagegen durch Alkalien geröthet und durch Säuren wieder gelb.

Die Phenylsäure oder Carbolsäure, das Phenyloxydhydrat oder der Phenylalkohol $C_{12}H_6O_2 = \frac{C_{12}H_5}{H}O_2$ krystallisirt in farblosen Nadeln, hat einen dem Kreosot sehr ähnlichen Geruch und 1,06 spec. Gew., schmilzt bei 27—28° R. und siedet bei 150. Durch die geringste Spur von Feuchtigkeit werden die Krystalle flüssig. Sie ist jedoch wenig löslich in Wasser, in Alkohol und Aether aber in jedem Verhältniß, auch in concentrirter Essigsäure leicht löslich. Sie greift Lippen und Zahnfleisch stark an, die wässrige Lösung coagulirt (macht gerinnen) das Eiweiß und verhindert die Fäulniß thierischer Substanzen. Sie bildet den Hauptbestandtheil des schweren Steinkohlentheeröls (S. 473) und das Kreosot des Handels ist gegenwärtig fast ohne Ausnahme Phenylsäure. Man versetzt das schwere Steinkohlentheeröl mit Aetzkalk oder Natron, löst die Kaliverbindung in so viel Wasser, daß sich alles Naphthalin abscheidet, und zersetzt allmälig durch Salzsäure, so fällt zuerst Harz, dann die übrigen Substanzen und zuletzt fast reine Phenylsäure nieder, welche schon nach einmaliger Destillation krystallisirt. Das letzte Wasser entfernt ein trockener Luftstrom, den man über die nahezu

siedende Flüssigkeit leitet. Die Phenylsäure hat sich durch ihre fäulnißwidrige Kraft sehr wirksam erwiesen gegen das tödliche Fäulniß- oder Leichengift, welches durch Verletzungen bei Sectionen oder durch Fliegenstiche in Wunden gelangt, wenn man dieselben mit reiner Phenylsäure oder mit dem gewöhnlichen Kreosot des Handels benetzt. Besonders wichtig ist sie zur Darstellung des Phenylbraun (s. Nachträge).

Das Kreosot $C_{14}H_8O_2$ ist eine in reinem Zustande vollkommen farblose, an der Luft unveränderliche [1]) ölige Flüssigkeit, bricht das Licht sehr stark, besitzt einen durchdringenden, lang zurückbleibenden Geruch, ätzenden Geschmack und 1,037 spec. Gew., es siedet bei 162 — 166° R. und ist in 80 Th. Wasser, in Alkohol, Aether, Essigsäure und Schwefelkohlenstoff in jedem Verhältnisse löslich, fällt Gummi, Eiweiß, nicht aber Leim. In reinem Zustande färbt es sich an der Luft nicht, in unreinem wird es bald braun. Es ist besonders in dem brenzlichen Oele des Holzessigs und (zu 20 — 25%) im Buchentheer enthalten. Das Kreosot des Handels ist aber jetzt fast immer Phenylsäure. Man destillirt den Theer bis zur Consistenz des Peches und destillirt das übergegangene Oel abermals. Die schwersten Theile des Oels, welche am meisten Kreosot enthalten, wäscht man mit Sodalauge und destillirt nochmals. Das Oel, welches leichter ist als Wasser, wird beseitigt. Das schwere Oel löst man in Kalilauge, welche fast nur das Kreosot auflöst. Beim Erhitzen der Lösung an der Luft verharzt sich eine fremde Substanz. Man scheidet das Kreosot durch Schwefelsäure ab, destillirt es wiederholt mit Kali zuletzt aber allein und trocknet über Chlorcalcium.

Auf die Haut gebracht erzeugt es einen weißen Fleck, wirkt innerlich genommen als Gift und ist die Ursache der heftigen Wirkung des Holzrauches auf die Augen. Es dient in der Medicin als Mittel gegen Zahnschmerz, Blutflüsse, übelriechende Wunden und auch innerlich. Um Fleisch vor Fäulniß zu schützen, braucht man es nur einigemal mit Kreosotwasser zu bestreichen.

Das Paraffin $C_{40}H_{42}$ ist weiß, krystallinisch, fettglänzend, geschmack- und geruchlos, bildsam, ohne jedoch einzelne Stücke zusammenkneten zu lassen, hat 0,87 spec. Gew., schmilzt bei 38° R., löst sich nicht in Wasser, wenig in Alkohol, aber leicht in Aether, flüchtigen und warmen fetten Oelen, zeichnet sich aus durch seine Indifferenz gegen Säuren und Alkalien und läßt sich nicht verseifen. Es entsteht besonders bei der trockenen Destillation fetter und harziger Substanzen, wie Torf, Braunkohle, harzhaltige Steinkohle, bituminöser Schiefer, Asphalt, Erdwachs u. s. w., es findet sich daher im Theer dieser Substanzen und in manchen Steinölsorten.

Es dient hauptsächlich zu Kerzen, welche zwar theurer sind als die Stearinkerzen, aber unter allen Kerzenarten die höchste Leuchtkraft besitzen (vgl. S. 241) und weit mehr durchscheinend sind als die Wallrathkerzen, aber nicht halb so hoch kommen; außerdem statt Wachs oder Stearin zu schwefelfreien Zündhölzern, im chemischen Laboratorium statt der Oelbäder, weil es reinlicher ist, schon bei 38° R. schmilzt, erst über 240° R. unzersetzt und fast geruchlos verdampft, das Paraffinpapier ist billiger als Wachs- und Pergamentpapier, ist geruchlos und widersteht den stärksten Säuren und Alkalien, ebenso dient das Paraffin als Ueberzug für Aufschriften von Säure- und Laugengefäßen und als Ueberzug für Glasflaschen zur Aufbewahrung von Flußsäure.

---

1) Gewöhnlich enthält es etwas Kapnomor und wird dann nach einigen Monaten gelblich.

Die Darstellung des Paraffin zerfällt in 4 Operationen: 1. Reinigung des letzten Theils der gebrochenen Destillation des Theers mit englischer Schwefelsäure und Aetzkali. Die Schwefelsäure verkohlt und das Aetzkali verseift einen Theil der beigemengten Oele. 2. Abermalige gebrochene Destillation: die flüssigen Oele gehen zuerst und das Paraffin zuletzt über. 3. Pressen des Destillats zur weiteren Abscheidung der flüssigen Oele. 4. Erhitzen mit 50% rauchender Schwefelsäure, um Kreosot und Harz zu verkohlen.

Das Naphthalin $C_{20}H_8$ krystallisirt in weißen perlmutterglänzenden Blättern von starkem, aber nicht unangenehmem (dem spanischen Hollunder ähnlichem) Geruch und brennendem Geschmack, ist schwerer als Wasser (von 1,048 spec. Gew.), leicht schmelzbar (bei 63—68° R.), verbrennt mit rußender Flamme, ist in kaltem Wasser nicht, wenig in heißem, leicht in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen löslich. Es bildet fast $^1/_4$ des Steinkohlentheers und ist für das Steinkohlenpech, was das Paraffin für das gemeine schwarze Pech ist. Man erhält es bei der Verarbeitung des Steinkohlentheers in großer Menge als Nebenproduct. Es wurde anfangs blos zur Darstellung von Kienruß benützt, später aber zur Darstellung der Benzoësäure, indem man es durch Salpetersäure in Phthalsäure verwandelt und diese als phthalsauren Kalk mit 1 Atom Kalk gemengt einige Stunden bei Luftabschluß auf 264 bis 280° R. erhitzt:

$$\underbrace{(2CaO)\,C_{16}H_4O_6}_{\text{Phthalsaurer Kalk}} + CaO,HO = \underbrace{CaO,C_{14}H_5O_3}_{\text{Benzoësaurer Kalk}} + 2(CaO,CO_2)$$

Der benzoësaure Kalk wird durch Salzsäure zersetzt. In der Medicin dient es als Auswurf beförderndes Mittel.

Zersetzung organischer Körper durch Wärme und Wasser.

Wie bei den unorganischen Verbindungen sowohl ihre Verwandtschaft zu andern Substanzen, als auch die gegenseitige Verwandtschaft ihrer Bestandtheile selbst, durch Temperaturerhöhung nicht immer verstärkt, sondern häufig auch vermindert wird, so geschieht dies auch bei den organischen Körpern durch Röstung und trockene Destillation noch leichter und oft schon unter dem Kochpunkt bei Mitwirkung einer größeren Menge Wassers. Einige Substanzen, wie die Mekonsäure, scheiden dabei Wasser ab, die meisten nehmen Wasser auf, wie Pflanzenfaser und Stärkmehl, welche sich durch fortgesetztes Kochen mit Wasser in Dextrin und endlich in Krümelzucker verwandeln. Noch bei 124° R. (im Papin'schen Topfe, S. 331) bildet sich fast nur Dextrin, bei 144° nur Zucker. Der Rohrzucker verwandelt sich durch Kochen mit Wasser gleichfalls in Krümelzucker, das leimgebende Gewebe in Leim (S. 329).

Alle diese Umwandlungen werden durch stärker wirkende Agentien, wie Säuren und Alkalien noch leichter und schneller bewirkt.

Wirkung der anorganischen Säuren auf organische Körper.

Die Schwefelsäure kann in dreifacher Weise auf organische Körper wirken:

1. Durch die katalytische Verwandtschaft, indem sie selbst weder eine Zersetzung erleidet, noch mit dem Producte der Zersetzung sich verbindet, wie bei der Umwandlung des Stärkmehls in Dextrin und des Dextrins und Rohrzuckers in Krümelzucker, indem sie bei der Digestion mit verdünnter Schwefelsäure Wasser aufnehmen.

2. Die Schwefelsäure bildet Wasser aus den Bestandtheilen der organischen Substanz und hinterläßt einen kohlenstoffreichen Körper, wobei häufig zugleich schweflige Säure entsteht, wie bei der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf die Holzfaser.

3. Die Schwefelsäure verbindet sich entweder selbst in unverändertem Zustand, oder als eine niedrigere Oxydationsstufe mit der organischen Substanz oder einem ihrer Zersetzungsproducte. So verbinden sich 2 At. Schwefelsäure unmittelbar mit 1 At. Aethyloxyd (S. 258), 1 At. Schwefelsäure mit 1 At. Glycerin (S. 260) zu gepaarten oder Doppelsäuren, die mit allen Basen lösliche Doppelsalze bilden, von Alkalien aber so zersetzt werden, daß sich die organische Substanz abscheidet und ein schwefelsaures Salz entsteht.

Mit einigen organischen Substanzen kann sich die Schwefelsäure aber auch so verbinden, daß sie sich gegen Basen ganz wie freie Schwefelsäure verhält und die organische Substanz durch kein Mittel unzersetzt ausscheidet. Ihre Baryt- und Bleisalze sind jedoch in Wasser löslich. Die Indig- und Zuckerschwefelsäure gehören hieher.

Die Salzsäure wirkt in verdünntem Zustande häufig der verdünnten Schwefelsäure ähnlich. So werden Stärkmehl, Dextrin und Rohrzucker davon in Krümelzucker verwandelt. Nur in sehr concentrirtem Zustande wirkt sie durch Wasseranziehung zerstörend auf organische Substanzen, bei Stickstoffsubstanzen durch Bildung von Ammoniak.

Die Wirkung der Salpetersäure beruht hauptsächlich auf ihrer oxydirenden Kraft. Es entstehen dadurch meist Oxyde einfacher Radicale und durch Oxydation des Wasserstoffs kohlenstoffreichere Verbindungen. Es entsteht daher nicht selten Oxalsäure. Sie bildet häufig mit stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen gepaarte Verbindungen, wie die Pikrinsäure.

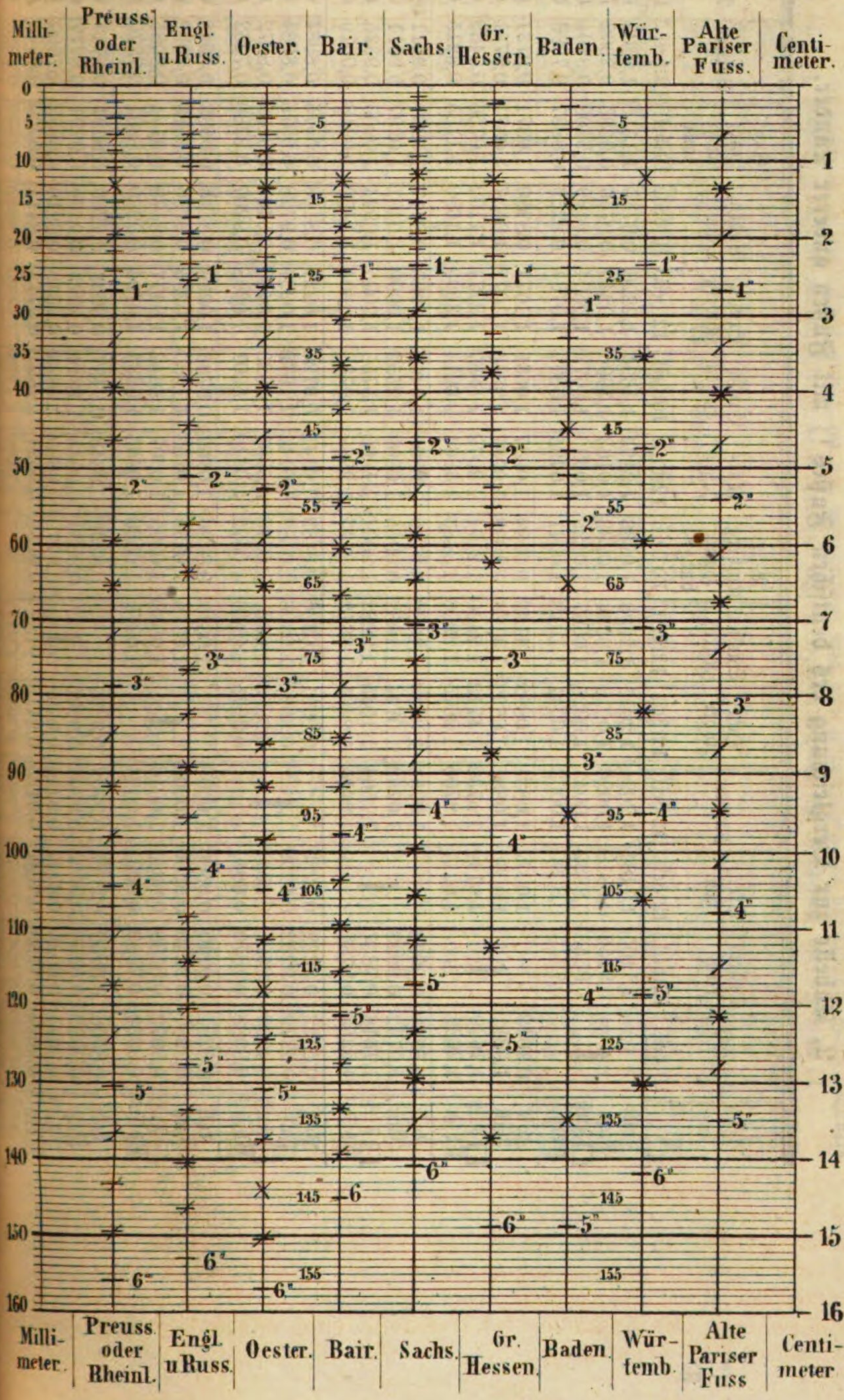
Wirkung der fixen ätzenden Alkalien auf organische Körper.

Die Salze der Halidbasen (S. 255) und die gepaarten Säuren (S. 227 und oben) werden durch Kochen mit den Lösungen der Alkalien in die Halidbasis oder in den Paarling und die Säure zerlegt, wie die Fette bei der Verseifung. Andere stickstofffreie indifferente Körper, wie Zucker, Stärkmehl, Pflanzenfaserstoff gehen bei der Digestion mit Alkalien in Humussäuren über unter Entwicklung von Kohlensäure und Wasser. Die stickstoffhaltigen liefern sämmtlich Ammnniak, meistens auch noch andere stickstoffhaltige Verbindungen, schwefelhaltige häufig auch Schwefelkalium. Trockene Destillation stickstofffreier Säuren und indifferenter Körper mit Alkalien erzeugt Kohlenwasserstoffverbindungen, meist von öliger Beschaffenheit, wie Benzol und Aceton. Beim Zusammenschmelzen mit organischen Körpern wirken sie jedoch in der Regel unter Wasserzersetzung oxydirend, so daß Sauerstoffsäuren neben andern Producten entstehen. Stickstoffhaltige Körper liefern dabei zugleich Ammoniak und ölige Kohlenwasserstoffe.

Wirkung oxydirender Substanzen auf organische Körper.

Die Hyperoxyde des Mangans und Bleies bilden mit Schwefelsäure aus mehreren indifferenten Körpern Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Buttersäure u. s. w. Auch das Bleichen mit Chlor (S. 60), das Bleichen der Fette durch Chromsäure und Braunstein, das Bleichen des Wachses durch Salpetersäure, die Umwandlung der Stearinsäure durch Schwefelsäure in Bernsteinsäure, die Oxydation der Farbstoffe durch Kupfersalze und 2fach chromsaures Kali gehört hieher.

1. Vergleichende Tafel der Maaße.



2. Tabelle zur Vergleichung des deutschen Fußes[1]) mit Fußen anderer Länder.

	Deutsch	Oesterreich	Preußen	Bayern	Hannover	Sachsen (Kgrch.)	Würtemberg, Hamburg[2])	Kurhessen	Großh. Hessen	Braunschweig	Baden, Schweiz	England, Rußland	Pariser	Meter
	10theil.	12theil.	12theil.	12theil.	12theil.	12theil.	10theil.	12theil.	10theil.	12theil.	10theil.	12theil.	12theil.	10theil.
Zoll	1	1,1105	1,1181	1,2024	1,2015	1,2393	1,0233	1,2195	1,1696	1,2298	0,9746	1,1515	1,0802	0,0292
Fuß		0,9250	0,9318	1,0020	1,0013	1,0328	1,0233	1,0163	1,1696	1,0249	0,9746	0,9596	0,9002	0,2924
□Fuß		0,8556	0,8682	1,0041	1,0025	1,0667	1,0423	1,0329	1,3679	1,0504	0,9499	0,9208	0,8104	0,0854
Cbfß.		0,7915	0,8090	1,0062	1,0041	1,1018	1,0641	1,0495	1,5999	1,0764	0,9259	0,8837	0,7296	0,0249
Zoll	0,9019	1	1,0072	1,0831	1,0822	1,1162	0,9194	1,0987	1,0536	1,1077	0,8780	1,0371	0,9731	0,0263
Fuß	1,0811		1,0072	1,0831	1,0822	1,1162	1,1033	1,0987	1,2644	1,1077	1,0537	1,0371	0,9731	0,3161
□Fuß	1,1660		1,0144	1,1730	1,1712	1,2460	1,2174	1,2072	1,5987	1,2271	1,1102	1,0756	0,9469	0,0999
Cbfß.	1,2634		1,0217	1,2705	1,2675	1,3908	1,3433	1,3264	2,0214	1,3593	1,1699	1,1155	0,9215	0,0315
Zoll	0,8943	0,9928	1	1,0753	1,0744	1,1082	0,9129	1,0909	1,0460	1,0998	0,8717	1,0297	0,9611	0,0261^5
Fuß	1,0732	0,9928		1,0753	1,0744	1,1082	0,0955	1,0909	1,2552	1,0998	1,0461	1,0297	0,9611	0,313
□Fuß	1,1516	0,9857		1,1564	1,1545	1,2282	1,2001	1,1900	1,5755	1,2095	1,0944	1,0603	0,9335	0,098
Cbfß.	1,2360	0,9787		1,2435	1,2405	1,3612	1,3147	1,2982	1,9730	1,3304	1,1450	1,0918	0,9019	0,030
Zoll	0,8322	0,9232	0,9299	1	0,9991	1,0306	0,8489	1,0144	0,9726	1,0227	0,8106	0,9575	0,8984	0,024^3
Fuß	0,9979	0,9232	0,9299		0,9991	1,0306	1,0187	1,0144	1,1672	1,0227	0,9728	0,9575	0,8984	0,2918
□Fuß	0,9959	0,8524	0,8647		0,9983	1,0621	1,0378	1,0291	1,3623	1,0460	0,9464	0,9169	0,8072	0,0851
Cbfß.	0,9938	0,7870	0,8041		0,9975	1,0946	1,0572	1,0440	1,5901	1,0698	0,9207	0,8780	0,7252	0,0248
Zoll	0,8281	0,9240	0,9306	1,0008	1	1,0314	0,8496	1,0152	0,9733	1,0235	0,8113	0,9583	0,8992	0,024$_3$
Fuß	0,9987	0,9240	0,9306	1,0008		1,0314	1,0195	1,0152	1,1680	1,0235	0,9736	0,9583	0,8992	0,292$_0$
□Fuß	0,9972	0,8538	0,8661	1,0016		1,0638	1,0395	1,0307	1,3642	1,0477	0,9479	0,9184	0,8085	0,085$_3$
Cbfß.	0,9959	0,7889	0,8061	1,0024		1,0973	1;0598	1,0465	1,5934	1,0724	0,9230	0,8801	0,7270	0,024$_9$
Zoll	0,8068	0,8958	0,9023	0,9703	0,9695	1	0,8236	0,9843	0,9437	0,9923	0,7866	0,9291	0,8717	0,0236
Fuß	0,9682	0,8958	0,9023	0,9703	0,9695		0,9884	0,9843	1,1324	0,9923	0,9439	0,9291	0,8717	0,2831
□Fuß	0,9374	0,8025	0,8141	0,9414	0,9399		0,9770	0,9689	1,2823	0,9848	0,8910	0,8632	0,7600	0,0802
Cbfß.	0,9055	0,7189	0,7346	0,9135	0,9113		0,9658	0,9537	1,4521	0,9773	0,8411	0,8020	0,6625	0,0227

Zoll	0,9794	1,0875	1,0955	1,1779	1,1769	1,2137	1	1,1949	1,1456	1,2045	0,9549	1,1278	1,0583	0,0286
Fuß	0,9794	0,9063	0,9128	0,9816	0,9808	1,0116		1,9958	1,1456	1,0039	0,9549	0,9399	0,8819	0,2864
□Fuß	0,9593	0,8213	0,8332	0,9635	0,9619	1,0234		1,9916	1,3063	1,0079	0,9119	0,8835	0,7778	0,0821
Cbfß.	0,9396	0,7444	0,7605	0,9458	0,9435	1,0353		1,9874	1,4931	1,0119	0,8709	0,8304	0,6860	0,0235
Zoll	0,8199	0,9101	0,9166	0,9857	0,9849	1,0159	0,8368	1	0,9590	1,0081	0,7991	0,9439	0,8856	0,0239
Fuß	0,9839	0,9101	0,9166	0,9857	0,9849	1,0159	1,0042		1,1508	1,0081	0,9590	0,9439	0,8856	0,2877
□Fuß	0,9681	0,8283	0,8402	0,9717	0,9701	1,0321	1,0084		1,3243	1,0164	0,9196	0,8909	0,7844	0,0827
Cbfß.	0,9525	0,7538	0,7702	0,9578	0,9555	1,0485	1,0127		1,5240	1,0247	0,8819	0,8410	0,6947	0,0238
Zoll	0,8549	0,9489	0,9574	1,0280	1,0273	1,0596	0,8749	1,0426	1	1,0514	0,8333	0,9845	0,7420	0,0250
Fuß	0,8549	0,9708	0,7979	0,8567	0,8561	0,8830	0,8749	0,8689		0,8762	0,8333	0,8204	0,7350	0,2500
□Fuß	0,7210	0,6255	0,6367	0,7340	0,7330	0,7798	0,7654	0,7551		0,7678	0,6944	0,6731	0,5403	0,0625
Cbfß.	0,6250	0,4947	0,5081	0,6288	0,6275	0,6886	0,6697	0,6561		0,6728	0,5787	0,5523	0,3971	0,0156
Zoll	0,8131	0,9027	0,9092	0,9777	0,9769	1,0076	0,8300	0,9918	0,9510	1	0,7926	0,9362	0,8784	0,0238
Fuß	0,9757	0,9027	0,9092	0,9777	0,9769	1,0076	0,9960	0,9918	1,1412		0,9512	0,9362	0,8784	0,2853
□Fuß	0,9520	0,8149	0,8266	0,9559	0,9544	1,0154	0,9921	0,9838	1,3023		0,9048	0,8765	0,7717	0,0814
Cbfß.	0,9289	0,7356	0,7516	0,9347	0,9324	1,0231	0,9882	0,9758	1,4862		0,8606	0,8206	0,6779	0,0232
Zoll	1,0259	1,1388	1,1469	1,2333	1,2324	1,2711	1,0471	1,2512	1,2000	1,2615	1	1,1810	1,1082	0,0300
Fuß	1,0259	0,9490	0,9558	1,0278	1,0270	1,0593	1,0471	1,0427	1,2000	1,0513		0,9842	0,9235	0,3000
□Fuß	1,0526	0,9006	0,9136	1,0565	1,0548	1,1222	1,0965	1,0873	1,4400	1,1052		0,9687	0,8529	0,0900
Cbfß.	1,0800	0,8547	0,8733	1,0860	1,0834	1,1888	1,1482	1,1338	1,7280	1,1619		0,9535	0,7876	0,0270
Zoll	0,8684	0,9642	0,9711	1,0443	1,0434	1,0762	0,8865	1,0594	1,0156	1,0681	0,8466	1	0,9382	0,0258
Fuß	1,0421	0,9642	0,9711	1,0443	1,0434	1,0762	1,0638	1,0594	1,2188	1,0681	1,0159		0,9382	0,3047
□Fuß	1,0859	0,9296	0,9431	1,0906	1,0888	1,1584	1,1318	1,1223	1,4854	1,1408	1,0322		0,8803	0,0929
Cbfß.	1,1300	0,8961	0,9158	1,1289	1,1361	1,2467	1,2041	1,1890	1,8105	1,2185	1,0487		0,8260	0,0283
Zoll	0,9256	1,0276	1,0350	1,1130	1,1121	1,1470	0,9448	1,1290	1,0827	1 1383	0,9023	1,0657	1	0,0271
Fuß	1,1108	1,0276	1,0350	1,1130	1,1121	1,1470	1,1338	1,1290	1,2992	1,1383	1,0828	1,0657		0,3248
□Fuß	1,2339	1,0559	1,0712	1,2387	1,2367	1,3157	1,2856	1,2748	1,8507	1,2958	1,1724	1,1358		0,1055
Cbfß.	1,3706	1,0851	1,1087	1,3787	1,3754	1,5092	1,4577	1,4394	2,5178	1,4750	1,2695	1,2105		0,0342
Zoll	34,1990	37,9608	38,2344	41,1156	41,0820	42,3744	34,905	41,7090	40,0000	42,0516	33,333	39,3708	36,9408	1
Fuß	3,4199	3,1634	3,1862	3,4263	3,4235	3,5312	3,4905	3,4758	4,0000	3,5043	3,3333	3,2809	3,0784	
□Fuß	11,6957	10,0073	10,1518	11,7396	11,7206	12,4693	12,1837	12,0815	16,0000	12,2802	11,1111	10,7643	9,4768	
Cbfß.	40,0007	31,6578	32,3458	40,2235	40,1262	14,0317	12,5275	41,9937	64,0000	43,0338	37,0370	35,3165	29,1738	

1) Wie ihn die Zeitschrift für Bauhandwerker in Holzminden ihren Mittheilungen zu Grunde gelegt hat. Er wurde gefunden durch Ausziehung der Cubikwurzel aus dem Rauminhalt von 50 Pfund Wasser bei 4° R. Wärme.

2) Hamburg 12theilig; daher weichen die Zolle von den angegebenen Würtembergern ab.

3. Verwandlung des Cubikfußes verschiedener Länder.

Frankreich Cubikmeter oder Stère	Frankreich Pariser neuer	Frankreich Cubikfuß alter	England Cubikfuß	Preußen Cubikfuß.	Oesterreich (Wien) Cubikfuß	Bayern Cubikfuß	Württemberg Cubikfuß	Hannover Cubikfuß	Sachsen Cubikfuß	Baden Cubikfuß
1	29,17385	27,00000	35,31658	32,34587	31,65785	40,22350	42,52752	40,12627	44,03176	37,03704
0,0342773	1	0,9254863	1,210476	1,108728	1,085145	1,378752	1,457727	1,375419	1,509288	1,269529
0,037037	1,880513	1	1,308021	1,197995	1,172513	1,489759	1,575093	1,485158	1,630806	1,381742
0,0283153	0,826067	0,764513	1	0,915884	0,896402	1,138941	1,204180	1,136188	1,246773	1,048715
0,0309158	0,901934	9,834728	1,091842	1	0,978729	1,243543	1,314774	1,240538	1,361279	1,145031
0,031588	0,021536	0,852869	1,115571	1,021733	1	1,276570	1,343349	1,267499	1,390864	1,169916
0,024861	0,725294	0,671248	0,878009	0,804154	0,787049	1	1,057281	0,997583	1,094678	0,920781
0,023514	0,685999	0,634883	0,830440	0,760587	0,744408	0,945823	1	0,943537	1,035371	0,870896
0,0249213	0,727051	0,672876	0,880136	0,806102	0,788956	1,002423	1,059842	1	1,097330	0,923012
0,022711	0,662564	0,613194	0,802071	0,734603	0,788978	0,913511	0,965837	0,911303	1	0,841144
0,027000	0,787694	0,729000	0,953548	0,873339	0,854762	1,086034	1,148243	1,083409	1,188857	1

Dasselbe Verhältniß, wie zwischen den Cubikfußen, findet auch zwischen den Cubikzollen statt. Nur für den den Cubikzollen nächststehenden Cubikcentimeter ist eine eigene Reduction nöthig, indem der Centimeter $^1/_{100}$ des Meters, der Duodecimalzoll aber $^1/_{12}$ des Fußes ist.

Cubikcentimeter	Pariser Cubikzoll neuer	Pariser Cubikzoll alter	England Cubikzoll	Preußen Cubikzoll	Oesterreich Cubikzoll	Bayern Cubikzoll
1	3,05041	0,04666	0,06103	0,05589	0,05470	0,06951
19,83733	1	—	—	—	—	—
21,43163	—	1	—	—	—	—
16,38538	—	—	1	—	—	—
17,89229	—	—	—	1	—	—
18,28154	—	—	—	—	1	—
14,38642	—	—	—	—	—	1

4. Flüssigkeits-Maaße und Gewichte verschiedener Länder.

Orte und Länder.	Flüssigkeitsmaaß. Namen.	Französische Hectoliter.	Preuß. Eimer.	Bayrische Eimer.	Gewicht. Namen.	Französische Kilogramme.	Preuß. Pfund.	Bayr. Pfund.
Aarau (Argau)	Saum, 100 Maas, 4 Schoppen	1,4406	2,0968	2,2459	Handelspfund, 32 Loth	0,476586	1,0190	8,8510
Altenburg	Eimer, 40 Kannen, 2 Maas, 2 Nößel	0,6784	0,9875	1,0577	Handelspfund, 32 Loth	0,466491	0,9974	0,8330
Altona (s. Hamburg)								
Amsterdam (Holland)	Ahm, 4 Ank., 2 Steck., 8 Stoop, 2 Ming., 2 Pint., 4 Müs.	1,55224	2,2594	2,4200	Handelspfund, 16 Unzen oder 32 Loth, 4 Drachmen	0,494090	1,0564	0,8823
Anhalt-Köthen und Dessau								
Antwerpen	s. Brüssel	. .	. .	. .	Altes Handelspfund	0,4701561	1,005	0,839
Appenzell	Eimer, 4 Viertel, 8 Maas	0,4189	0,6098	0,6352	Das schwere Pfund, 40 Loth	0,584641	1,2500	1,0440
					Das leichte Pfund, 32 Loth	0,465156	0,9045	0,8306
Arolsen (Waldeck)	Ohm, 16⅔ Eimer, 6 Maas	1,4282	2,0789	2,22267	Das schwere Pfund	0,476352	1,0185	0,8506
					Das leichte Pfund	0,46741	0,9994	0,8347
Athen (Grchl.) seit 1836	Königl. Hektoliter	1	1,4556	1,5590	Kgl. Mine à 1500 Drachm.	1,5	3,2071	2,6786
Vordem d. v. Constant.	Alte Kilo	0,3317	0,4828	0,5171	Okka (44 Okka = 1 Cantar.)	1,2800	2,7367	2,2856
Barcellona	Carga, 16 Cortanes, 2 Quarteras, 3 Mitadellas	1,0920	1,5894	1,7025	Pfund, 12 Onkas, 4 Quart., 4 Adermes.	0,40073	0,8554	0,7144
Basel	Saum, 3 Ohm, 8 Brtl., 4 alte od. 5 n. Wirths-Pot od. M.	1,3652	1,9870	2,1283	Großes Eisenpfund, 32 Loth	0,49324	1,0546	0,8808
					Kleines Eisenpfund, 32 Loth	0,480235	1,0268	0,8576
Berlin (Preuß. u. Rhnl.)	Eimer, 60 Quart	0,6870	1	1,0711	Handelspfund, 32 Loth, 4 Quent	0,4677	1	0,8352
Bern	Saum, 4 Brenten, 25 Maas, 4 Vierteli	1,6712	2,4326	2,6055	Eisenpfund, 32 Loth, 4 Quent, 4 Pfennige	0,520035	1,1119	0,9286
Braunschweig	Orthoft, 60 Stüb., 4 Quart	2,2057	3,2105	3,4388	s. Berlin			
Bremen	Ahm, 45 Stübch, 4 Quart, 4 Min	1,4496	2,1100	2,2601	Handelspfund, 32 Lth., 4 Quent	0,4985	1,0658	0,8902
Brüssel (Belgien)	Both (Wein), 152 Stoop, 2 Pot	1,374	2	2,1422	Pfund	0,46767	0,9999	0,8351
Bukarest	Eimer Viadra, 10 Occa	0,1415	0,2060	0,2206	Occa, 4 Littre, 100 Dram	1,28898	2,7559	2,3018

Orte und Länder	Flüssigkeitsmaaß. Namen.	Französische Hectoliter.	Preuß. Eimer.	Bayrische Eimer.	Gewicht. Namen.	Französische Kilogramme	Preuß. Pfund.	Bayr. Pfund.
Cadiz (Sevilla) . .								
Chur (Graubündten) .	Zub., 10 Brtl., 8 Maas, 4 Quart	1,0632	1,5476	1,6576	Das schwere Pfund, 36 Loth	0,520429	1,1127	0,9293
					Das leichte Pfund, 32 Loth	0,462609	0,9891	0,8261
Coburg . . .	. . . .	.	.	.	Handelspfund . .	0,509855	1,0901	0,9105
Darmstadt . .	Ohm, 20 Brtl., 4 Ms., 4 Schpp.	1,5614	2,2727	2,4343	s. Paris	.	.	.
Detmold (Lippe) . .	Ohm, 108 Kannen, 4 Qrt. .	1,4863	2,1634	2,3172	Sog. Kölnisches Pfund .	0,46741	0,9994	0,8347
Dresden . .	Wein-Eimer, 48 Visirkannen .	0,6743	0,9815	1'0513	Pfund, 32 Loth, 4 Quentchen	0,466936	0,9983	0,8338
Emden . . .	s. Amsterdam	.	.	.	s. Berlin	.	.	.
Fiume (Croatien) .	Orna, für Wein . .	0,5390	0,7846	0,8404	Handelspfund, 32 Loth .	0,558767	1,1947	0,9978
Florenz (Toscana) .	Barile da vino, 20 Fiaschi .	0,45584	0,6635	0,7107	Handelspfund, 12 Oncie .	0,339542	0,7260	0,6063
	Barile da olio, 10 Fiaschi .	0,3343	0,4866	0,5212				
Frankfurt a. M. .	Ohm, 20 Brtl. od. 80 Altms. od.				Das schwere Pfund .	0,505347	1,0805	0,9024
	90 Jungmaas, 4 Schpp. .	1,4343	2,0877	2,2362	Das leichte Pfund . .	0,467914	1,0003	0,8356
Freiburg in Baden .	Saum, 20 Brtl., 4 Ms, 4 Schpp.	1,32104	1,9229	2,0596	Pfund Trockengewicht, 32 Loth	0,50235	1,0119	0,8452
Freiburg in der Schweiz	Brente, 25 Maas, 4 Schoppen	0,3905	0,5683	0,6086	Eisenpf., 16 Unzen, 4 Quentch.	0,528811	1,1306	0,9443
Genf . . .	Char, Fuder, 12 Setiers, 24 Quar-				Handelspfund (gros poids)	0,550694	1,0177	0,9834
	terons, 2 Pots . .	5,4844	7,9829	8,5504	Kleines Pfund (petit poids)	0,458912	0,9812	0,8195
Genua . . .	Mezzarolla, (Wein), 2 Barilli	1,4846	2,1609	2,3145	Handelspfund, 100 Rotoli	0,348687	0,7455	0,6227
	Barillo, für Oel . .	0,6467	0,9413	1,0082	Libra peso sottile, 12 Oncie	0,316968	0,6770	0,5660
					Libra, zur rohen Seide .	0,343172	0,7337	0,6128
Gera (Reuß) . .	Eimer, 72 Kannen . .	0,6635	0,9657	1,0344	s. Leipzig . . .			
Gotha . . .	Eim., 40 Kann., 2 Ms., 2 Nßl.	0,7277	1,0592	1,1345	Pfund, 32 Loth . .	0,467404	0,9993	0,8347
Hamburg . .	Ahm, 4 Ank. od. 5 Eim., 4 Brtl.							
	2 Stübch., 2 Kann., 2 Quart.	1,4481	2,1078	2,2576	Handelspf., 32 Lth., 4 Quent	0,48417	1,0352	0,8646
Hannover . .	Ohm, 4 Ank., 10 Stbch., 2 Kann.	1,5576	2,2672	2,4284	s. Berlin; doch hält d. Char 100			
					Pfd; d. Schiffslast 4000 Pfd.			
Heidelberg . .	Die kl., Ohm, 12 Brtl., 4 Eich-				Das schwere Pfund .	0,505408	1,0806	0,9025
	maas, 4 Schoppen . .	0,965376	1.4057	1,5057	Das leichte Pfund, 32 Loth	0,46797	1,0006	0,8357
Hermannstadt . .	Eimer (Ur-) . . .	0,1132	0,1648	0,1765	s. Wien . . .			
Hildburghausen . .								

Karlsruhe . .	Oh., 10 Stz., 16 Ms, 10 Gläs.	1,13472	2,1834	2,3386	s. Darmstadt . .			
Kassel . . .	Oh., 20 Btl., 4 Ms, 4 Schpp.	1,5596	2,2701	2,4315	Das schwere Pfund .	0,484237	1,0353	0,8647
					Das leichte Pfund .	0,46780	1,0002	0,8354
Kiel (Holstein) . .								
Konstantinopel . .	Alma	0,5496	0,076	0,080	Rottel . . .	0,6380800	1,363	1,138
					Cantaar . . .	0,750400	1,60	1,34
Kopenhagen . .	Wein-Ahm, 4 Ank., 155 Päle	1,4973	2,1795	2.3344	Pfund, 32 Loth, 4 Quent, 4 Ort, 16 Es, 8 Gran .	0,499309	1,0676	0,8916
	Biertonne, in $^1/_2$, $^1/_4$ u. $^1/_8$ getheilt . . .	1,3140	1,9126	2,0485				
Krakau . . .	Beczka, 36 Garniec, 4 Kwart	1,3654	1,9874	2,1287	Pfund . . .	0,4058058	0,8676	0,7247
Lausanne (Waadt) .	Char, 16 Setiers, 3 Broes, 10 Pots. . . .	6,4800	9,4321	10,1027	Pfund, 16 Unzen, 4 Quarts	0,508509	1,0872	0,9081
Lemberg (Gallizien) .	Bierfaß, 36 Garnitz, 4 Quart	1,3836	2,0141	2,1573	Handelspfund, 32 Loth .	0,420009	0,8981	0,7500
Leipzig . . .	Eim., 54 Visirkannen, 2 Nößl., 4 Quartier . . .	0,7586	1,1041	1,1826	Pfund, 32 Loth, 4 Quentchen	0,467214	0,9989	0,8343
Lissabon . . .	Pipa, 26 Almudas, 2 Alqueiras, 6 Canhados, 4 Quartillos .	4,3529	6,3359	6,7864	Pfund . . .	0,458976	0,9813	0,8196
Livorno . . .	. . . .	. .	. .	. .	Das alte Handelspf. (Libbra)	0,458966	0,9813	0,8196
London (Großbritan.) .	Imperial Standard Gallon, 4 Quarts . . .	4,5410	0,0661	0,0708	Imp. Stand. Troy Pound	0,373246	0,7000	0,6665
					Handelspd., 7000 Tr. Grains	0,453598	0,9698	0,8099
Lübeck . . .	Ahm, 20 Btl., 2 Stbch., 2 Kann., 2 Quartier, 2 Planken .	1,4481	2,1077	2,2576	Pfund . . .	0,484725	1,0364	0,8656
Lucca . . .	. . . .	. .	. .	. .	Hdlspfd, 12 Once, 24 Denari	0,372298	0,7960	0,9648
					Seidenpfund . .	0,333703	0,7135	0,5959
Luxemburg, s. Holland .								
Luzern . . .	Saum, 3$^1/_3$ Ohm, 4 Schopp.	1,72815	2,5154	2,6943	s. Zürich			
Madrid . . .	Cantara, f. Wein, 8 Acumbres	1,5746	0,2292	0,2455	Das Castilianische Pfund .	0,460142	0,9838	0,8217
	Arroba menor, für Oel .	1,2297	0,1790	0,1917				
Mailand . .	Brenta, 3 Staja, 2 Mine, 2 Quartari, 4 Pinte, 2 Bocali .	0,75552	1,0997	1,779	Libbra peso grosso .	0,762048	1,6293	1,3608
					Libbra peso sottile .	0,326793	0,6987	0,5836
Mainz . . .	Ohm, 20 Btl., 4 Ms., 1 Schpp.	1,3558	1,9733	2,1135	Das alte leichte Pfund .	0,470686	1,0064	0,8405
Mannheim . .	Die gr. Ohm, 20 Btl., 4 Ms., 4 Schoppen . . .	1,5952	2,3219	2,4870	s. Frankfurt.			
Meiningen . .	Ohm, 2 Eimer, 32 Schenkmaas	0,6545	0,9526	1,0204	Handelspfund wie Coburg.			
Messina . . .	Salma, 8 Quart., 12 Quartucci	0,8760	1,2750	1,3657	Libb, 12 Oncie, 30 Trapp	0,317552	0,6789	0,5671

Orte und Länder.	Flüssigkeitsmaaß. Namen.	Französische Hectoliter.	Preuß. Eimer.	Bayrische Eimer.	Gewicht. Namen.	Französische Kilogramme.	Preuß. Pfund.	Bayr. Pfund.
Modena . .	Barile, 20 Fiaschi, 2 Boccali	0,4160	0,6063	0,6495	Pfund, 12 Once, 16 Ferlini	0,340457	0,7279	0,6080
München . .	Schenk-Eimer, 60 Ms., 4 Quart.	0,6414	0,9336	1	Pfund, 32 Loth . .	0,5600	1,1973	1
	Bier-Eimer, 64 Schenkmaas .	0,6842	0,9959	1				
Neapel . . .	Barilo, 60 Caraffe . .	0,4362	0,6349	0,6801	Rottolo, 33 1/3 Once .	0,8910	1,9050	1,5911
					Libb., 12 Once, 30 Trapp	0,32076	0,6858	0,5728
Neuenburg (Neufchâtel)	Muid, 192 Pots . .	3,65624	5,3219	5,7000	Hdlspf., poids, d. fer, 2 Mrcs.	0,5201	1,1120	0,9288
Nürnberg . .	. . . .	. .	. .	. .	Alt Hdlspf., 2 Mark, 32 Loth, 4 Quentchen, 4 Pfennige	0,509996	1,0904	0,9107
Oldenburg . .	Anker, 26 Weinkannen .	0,3817	0,5555	0,5950	Handelspfund, 32 Loth, 4 Qut.	0,48417	1,0271	0,8578
Osnabrück . .	Ahm, f. Wn., 28 Btl., 4 Kann., 4 Ort, 4 Helschen . .	1,3663	1,9887	2,1301	s. Amsterdam.			
	Tonne, für Bier, 27 Viertel, 4 Kannen . . .	1,3175	1,9177	2,0540				
Paris (Frankreich) .	Der Hectoliter . . .	1	1,4556	1,5590	Das Kilogramm . .	1	2,1381	1,7857
					Liv. poids d. marc, 16 Onces, 8 Gros, 3 Deniers .	0,489506	1,0466	0,8741
Parma und Quastalla .	. . . . .	. .	. .	. .	Libbra, 12 Oncie, 24 Den. 24 Grani . . .	0,3280	0,7013	0,5857
					Pfund, 32 Loth, Quent .,	0,514354	1,0997	0,9185
Prag . . .	s. Wien . . .							
Preßburg (Ungarn) .	Eimer, 64 Jcze, 2 Meszely .	0,5334	0,7765	0,8317	s. Wien.			
Ragusa (Dalmatien) .	s. Wien . . .	. .	. .	. .	Altes Handelspfund .	0,36335	0,7769	0,6488
Rom . . .	Barilo, für Oel . .	0,5311	0,7731	0,8280	Handelspfd. (Lira), 12 Oncie, 24 Den., 24 Grani .	0,339161	0,7252	0,6056
	Barilo, für Wein, 4 1/2 Rubbi	0,4551	0,6625	0,7096				
Rostock (Mecklenburg Schwerin . .	s. Lübeck . . .	. .	. .	. .	Das Handelspf. w. Hamb. gesetzl. Handelsgew. w. Lübeck.			
Schaffhausen . .	Eimer, 4 Viertel, 8 Maas, .	0,420659	0,6123	0,6558	Staatwage-Pfund . .	0,508229	1,0866	0,9076
					Das schwere Pfund .	0,574965	1,2293	1,0267
					Das leichte Pfund .	0,459972	0,9835	0,8214

Solothurn . .	Saum, 4 Brenten, 5 Stützen, 2 Becher oder 5 Maas .	1,59418	2,3204	2,4854	Handelspfund, 32 Loth .	0,5184	1,1084	0,9257
St. Gallen . .	Eim., 4 Vrtl., 8 Ms., 4 Schpp.	0,4199	0,6112	0,6546	Das schwere Pfund, 40 Loth	0,577548	1,2348	1,0313
					Das leichte Pfund, 32 Loth	0,465003	0,9942	0,8304
St. Petersburg (Rußl.)	Wedro, 4 Tschetwerki .	0,1229	0,1789	0,1916	Pfund, 32 Loth, 3 Solotnik	0,409531	0,8756	0,7313
Stockholm (Schweden) .	1 Wein-Ahm, 2 Eim., 2 Ank., 15 Kannen, 2 Stoop . .	1,5711	2,2868	2,4494	Viktualiengewicht-Pfund .	0,42534	0,9094	0,7595
					Eisengewicht-Mark .	0,340272	0,7275	0,6076
	Tonne, 48 Kannen, 2 Stoop, 4 Quartier, 4 Jungfern .	1,2568	1,8294	1,9595	Bergwerkgewicht-Mark .	0,375826	0,8035	0,6711
					Landstädter Gewichtmark .	0,357956	0,7654	0,6392
Strelitz . .								
Stuttgart (Württemberg)	Eim. Helleich, 16 Imi, 10 Maas	2,9393	4,2783	4,5825	s. Berlin.			
Tessin . . .	s. Mailand . . .	. .	. .	. .	Pfund, 12 Unzen . .	0,32683	0,6988	0,5836
Thurgau, s. Appenzell.								
Triest (Illyrien) .	Orna di vino, 36 Boccali .	0,6566	0,9557	1,0236	s. Venedig und Wien .			
Turin (Sardinien) .	Carro, für Wein, 10 Brente, 36 Pinte, 2 Boccali, 2 Quart.	4,928468	7,1737	7,6837	Pfd. (Lira), 12 Once, 8 Ott, 3 Den, 24 Grani, 24 Gran.	0,368845	0,7886	0,6587
Unterwalden . .								
Valencia . .	Carga, 15 Arrobas, 4 Quartos, 2 Med. . . .	9,0113662	2,4816	2,6580	Libb gru., 18 Onc., 4 Quart	0,356009	0,7612	0,6357
Venedig . .	Biconzia, für Wein, 2 Conzi, 24 Boccali . . .	1,5861	2,3087	2,4728	Pfund, Peso grosso .	0,4769987	1,0199	5,8518
					Pfund, Peso sottile .	0,3012297	0,6441	0,5379
Wallis, s. Waadt .								
Warschau (Polen) .	Faß (Beczk.), 25 Garn., 4 Kwar.	1	1,4556	1,5590	Hdlspf. (Funt.), 32 Lth, 4 Dr.	0,405504	0,8670	0,7241
Weimar . .	Eimer, 72 Maas, 2 Nößel .	0,7330	1,0669	1,1428	s. Berlin.			
Wien (österr. Staaten)	Wein-Eimer, 40 Rechnungsmaas	0,5802	0,8445	0,9045	Handelspfd., 32 Lth., 4 Quent	0,560012	1,1973	1,000021
	Bier-Eimer, $42^1/_2$ Maas .	0,5988	0,8753	0,9376				
Wiesbaden (Nassau) .	s. Mainz . . .	. .	. .	. .	s. Mainz			
Zürich, so wie Schwyz, Uri					Das schwere Pfund .	0,528568	1,1301	0,9439
und Zug . .	$1^1/_2$ Wein-Eim, 4 Vtl., $7^1/_2$ Kpf.	1,0950	1,5938	1,7072	Das leichte Pf., 2 Mk., 8 Unz	0,469838	1,0045	0,8390

5. Verwandlung einiger Gewichts- und Flüssigkeitsmaaße.

Von Wolfram.

a. Bürgerliches Gewicht.

Bayrische Pfunde	Preuß. Pfunde	Zollgewicht-pfunde	Franz. Livres.	Kilogramme	Engl. Troy-pfunde.	Engl. Handelspfunde (Avoirdupois.)
1	1,197321	1,120000	1,144011	0,560000	1,500341	1,234595
0,835198	1	0,935422	0,955476	0,467711	1,253082	1,031114
0,892857	1,069036	1	1,021438	0,500000	1,33859	1,102298
0,874118	1,046599	0,979012	1	0,489506	1,311474	1,079163
1,785714	2,138072	2,000000	2,042877	1	2,67918	2,204597
0,666515	0,798032	0,746496	0,762501	0,373248	1	0,822857
0,809982	0,969824	0,907200	0,926644	0,453600	1,215278	1

Bayr. Loth	Preuß. Loth	Zollgewich-loth	Franz. Unzen	Gramme	Engl. Troy-Unzen	Englische Avoirdupois-Unzen
1	1,197321	1,050000	0,572005	17,499956	0,562628	0,617297
0,835198	1	0,876958	0,477738	14,61597	0,469906	0,51555
0,952381	1,140305	1	0,544767	16,66666	0,535436	0,587892
1,748236	2,093198	1,835647	1	30,594114	0,983605	1,079163
0,057143	0,068418	0,060000	0,032686	1	0,032150	0,035273
1,777373	2,12809	1,866240	1,016668	31,10403	1	1,09714
1,619964	1,93966	1,701000	0,926644	28,35003	0,91146	1

b. Medicingewicht.

Bayrische Grane	Preußische Grane	Englische Grane Troy-Gewicht	Franz. Gramme	Franz. Milligramme
1	1,026275	0,964505	0,06250	62,50000
0,974398	1	0,939812	0,060900	60,89987
1,036798	1,064042	1	0,064800	64,80007
16,00004	16,420396	15,43208	1	1000,00000
0,016002	0,016420	0,015432	0,00100	1

c. Verwandlung des Medicinalgewichts in bürgerliches Gewicht.

Bayr. Med. Unzen	Bayr. bürg. Loth	Bayr. Med. Grane	Bayr. bürg. Quint
1	$\frac{12}{7}$ = 1,71429	1	$\frac{1}{70}$ = 0,01429
2	3,42858	2	$\frac{2}{70}$ = 0,02858
3	5,14287	3	$\frac{3}{70}$ = 0,04287
4	6,85716	4	$\frac{4}{70}$ = 0,05716
5	8,57145	5	$\frac{5}{70}$ = 0,07145
6	10,28574	6	$\frac{6}{70}$ = 0,08574
7	12,00003	7	$\frac{7}{70}$ = 0,10003
8	13,71432	8	$\frac{8}{70}$ = 0,11432
9	15,42861	9	$\frac{9}{70}$ = 0,12861
10	17,14290	10	$\frac{1}{7}$ = 0,14290

Bayr. bürg. Loth	Bayr. Med. Unzen	Bayr bürg. Quint	Bayr. Med. Grane
1	$\frac{7}{12}$ = 0,58333	1	70
2	1,16666	2	140
3	1,74999	3	210
4	2,33332	4	280
5	2,91665	5	350
6	3,49998	6	420
7	4,08331	7	490
8	4,66664	8	560
9	5,24997	9	630
10	5,83830	10	700

In **Preußen** ist das Loth des Medicingewichts dem des bürgerlichen Gewichts gleich (oder 1 Unze Med. Gew. = 2 Loth bürg. Gew.) und 1 Med. Pfund von 12 Unzen oder 24 Loth demnach genau $^3/_4$ des bürgerlichen Pfundes von 32 Loth. — Das Pfund und die Unze des **englischen** Medicin- oder Troygewichts ist aber schon auf Tafel 4. b (S. 489) mit dem Pfund und Loth des englischen bürgerlichen oder Avoirdupoisgewichts verglichen worden.

d. Flüssigkeitsmaaße.

Bayrische Maas	Preußische Quart	Französische Liter	Englische Quart
1	0,889376	1,068027	0,941144
1,111882	1	1,14503	1,008057
0,935430	0,873339	1	0,880375
1,062522	0,99200	1,13588	1

6. Absolutes Gewicht eines Cubikfußes und Cubikzolles destillirten Wassers.

von 12° R. nach dem Maaße verschiedener Länder in Pfunden und Lothen derselben Länder.

	1 Cubikfuß wiegt Pfunde	1 Cubikzoll wiegt Lothe
Baden	53,93	1,00
Bayern	44,31	0,82
Braunschweig	49,68	0,92
England	62,50	0,58 Unzen
Hannover	53,22	0,99
Großh. Hessen . . .	31,25	0,58
Paris	70,02	1,30
Preußen oder Rheinland	66,04	1,22
Sachsen	48,22	0,89
Wien	56,33	1,04
Württemberg	50,21	0,93
1 franz. Cubikcentimeter	1 Gramm	—
1 „ Cubikdecimeter	1 Kilogramm	—

Vorstehende Zahlen können dazu dienen, das absolute Gewicht von Körpern, deren cubischer Inhalt in dem Maaße der genannten Länder bekannt ist, in dem Gewichte des nämlichen Landes zu finden. Man braucht nur den cubischen Inhalt des Körpers mit dem entsprechenden Gewichte eines Cubikfußes oder Cubikzolles Wasser und dieses Product mit dem specifischen Gewichte des Körpers zu multipliciren.

7. Die specifischen Gewichte verschiedener Körper.

Metalle und die übrigen nicht gasförmigen Elemente.

Natrium	0,865	Kupfer, Draht	8,946
Kalium	0,972	Kupfer, gehämmert	8,958
Holzkohle	1,402—2,002	Uran	9,000
Graphit, rein	1,701—2,217	Kobalt, gehämmert	9,150
Aluminium	2,5	Wismuth, gegossen	9,832
Phosphor, gewöhnl.	1,77	Wismuth, gehämmert	9,882
Schwefel, amorph	1,957	Osmium	10,000
„ prismatisch	1,982	Silber, gegossen	10,474
„ oktaedrisch	2,054	Silber, gehämmert	10,622
Phosphor, amorph	2,089	Rhodium	11,000
Brom	2,966	Palladium, gegossen	11,3
Diamant	3,521	Blei, rein, geschmolzen	11,445
Strontium	4,0	Palladium, geschmolzen	11,800
Baryum	4,0	Thallium, geschmolzen	11,853
Selen	4,30	Thallium, Draht	11,808
Jod	4,948	Quecksilber, flüssig	13,556
Titan	5,3	Quecksilber, gefroren	14,391
Arsenik	5,70	Wolfram	17,600
Chrom	5,900	Gold, gegossen	19,4
Tellur	6,2455	Platin, gegossen [1]	21,15
Antimon	6,702	Iridium	21,15
Zink, gegossen	6,862	Osmium	21,4
Zink, gehämmert	7,215		
Roheisen, graues	7,200		
Zinn, englisches, gegossen	7,285		
Zinn, gewalztes	7,293		
Roheisen, weißes	7,500		
Stabeisen, schwed., gewalzt	7,6		
„ „ Draht	7,75		
„ „ nach Bessemer	7,865		
Eisen, reines	7,790		
Stahl, in Wasser gehärtet	7,8163		
Stahl, gehämmert	7,8404		
Gußstahl	7,919		
Mangan	8,013		
Nickel, gegossen	8,38		
Kobalt, gegossen	8,513		
Cadmium, gegossen	8,604		
Molybdän	8,615		
Cadmium, gehämmert	8,694		
Nickel, gehämmert	8,82		
Kupfer, gegossen	8,83		

Legirungen.

Messing, gegossen	7,824—8,44
Kanonengut	8,441—9,235
Neusilber, gegossen	8,556
Neusilber, gehämmert	8,636
Glockenspeise	8,816
Spiegelmetall	8,78
Messing, Draht	8,55

Zinnlegirungen:

3 Th. Zinn : 1 Th. Blei	7,7942
5 : 2	8,1094
2 : 1	8,2669
3 : 2	8,4973
1 : 1	8,8640
2 : 3	9,2653
2 : 5	9,7701

1) Die älteren Angaben über Platin sind: gegossen 19,5, gehämmert 20,336, geprägt 21,343, Draht 21,53, gewalzt 22,069. Obige Bestimmung ist von Deville und Debray, nach denen also nicht Platin, sondern Osmium der schwerste Körper ist.

1 : 3	9,9387
2 : 7	10,0734
1 : 4	10,1832
1 : 9	10,6690
1 : 19	11,0090
Silber, 12löthig, gegossen	10,4743
Dasselbe, gehämmert	10,5107
Gold, 20karätig, gegossen	15,709
Dasselbe, gehämmert	15,774

Metalloxyde, Schwefelmetalle ꝛc.

Zinnchlorid	2,28
Kalk, gebrannter	2,30
Kalkstein, dichter	2,456—2,720
Töpferthon	2,59
Lehm	2,65
Thonmergel	2,66
Thonschiefer	2,7—2,9
Arsenige Säure, emailart.	3,699
„ „ glasige	3,7385
Barythydrat, krystallis.	4,0
Titansäure (Rutil)	4,2
Musivgold	4,4
Cadmiumoxyd, kohlensaures	4,420
Manganoxyd	4,726
Nickelhyperoxyd	4,846
Zinnoxydhydrat	4,933
Eisenoxydhydrat	4,959
Chlorsilber	5,129
Chromoxyd, krystallisirtes	5,21
Wolframsäure	5,274
Eisenoxyd	5,3
Kobalthyperoxyd	5,322
Antimonoxyd	5,6
Zinkoxyd	5,6
Molybdänoxyd	5,666
Kupferoxydul	5,75
Schwefelkupfer	5,792
Uranarydhydrat	5,926
Bleiweiß	6,4
Zinnoxyd (geglüht)	6,639
Zinnoxydul	6,666
Calomel	6,707
Wismuthoxydhydrat	6,761
Silberoxyd	7,143
Schwefelwismuth	7,591
Zinnober	8,1
Cadmiumoxyd	8,183
Wismuthoxyd (geglüht)	8,211
Bleihyperoxyd	8,902
Mennige	9,096
Bleioxyd	9,277
Quecksilberoxyd	11,085
Quecksilberoxydul	11,074

Organische Körper.

Kork	0,240
Kork, luftfrei	0,33
Pappelholz	0,387
Rothtannenholz	0,472
Lindenholz	0,499
Erlenholz	0,500
Kieferholz (Pin. sylv.)	0,550
Roßkastanienholz	0,551
Tannenholz (P. Abies)	0,555
Cederholz	0,561
Lerchenholz	0,563
Ulmenholz	0,568
Ahornholz	0,645
Eichenholz	0,650
Nußbaumholz	0,660
Eschenholz	0,670
Weißbuchenholz	0,728
Birnbaumholz	0,732
Apfelbaumholz	0,733
Birkenholz	0,738
Indigo	0,769
Paraffin	0,870
Pflaumenholz	0,872
Butter, schweizer im May	0,902
Butyrin	0,908
Schweinefett	0,915
Dachsfett	0,917
Stearin, Cocos=	0,925
Colophon	0,93
Kalbfett	0,934
Schweinespeck	0,937
Buchsbaumholz	0,942
Menschenfett	0,942
Hammeltalg	0,943
Kautschuk (Flaschengummi)	0,945
Rindstalg	0,955
Kautschuk (Speckgummi)	0,963
Guttapercha, gerein.	0,968
Stearin aus Olivenöl	0,968
Wachs, gelbes	0,965

Wachs, weißes	0,966
„ a. d. Sonne gebleicht	0,9686
„ japanisches	0,980
„ Carnuba-	0,980
Terpentin	0,991
Guttapercha, roh	0,999
Stearinsäure	1,010
Fernambukholz (Caesalpinia Sapan)	1,014
Wachs, Myrthen-	1,015
Mastix	1,010
Kleber	1,036
Animeharz	1,042
Naphthalin	1,048
Thierfaserstoff, frisch	1,051
Sandarak	1,052
Campecheholz	1,057
Mahagoniholz	1,06
Benzoe	1,063
Copal	1,069
Asphalt	1,073
Fichtenharz, weißes	1,080
Bernstein	1,081
Fichtenharz, roh	1,088
Bergtheer	1,100
Käsestoff, frisch	1,100
Storax	1,109
Brasilienholz (Caesalpinia echinata	1,13
Sandelholz, rothes	1,128
Gummilack	1,139
Thierfaserstoff, getrockn.	1,148
Eichenholz, altes	1,170
Ebenholz, schwarzes	1,187
Drachenblut	1,196
Gummigutt	1,207
Ammoniakharz	1,207
Kirschgummi	1,207
Ebenholz, grünes	1,210
Horn, Ochsen-	1,295
Asafötida	1,251
Menschenhaare	1,257
Käsestoff, trockner	1,259
Gummi, arab., getrockn.	1,264
Traganth	1,316
Pferdehaare	1,333
Honig	1,425—1,450
Borsäure, krystallis.	1,434
Gummi, arabisches	1,355—1,436
Krümelzucker	1,386
Sago, Palm-	1,450
Holz aller Bäume, fein gepulvert	1,520
Milchzucker	1,548
Rohrzucker, reiner	1,558
Catechu	1,580
Sago, Kartoffel-	1,595
Stärkmehl	1,614

Kunstproducte.

Rehleder	1,254
Schafleder	1,254
Kuhleder	1,327
Papier, Schreib-	1,78
Ziegel, gebrannte	1,812
Porzellan von Sèvres	2,146
„ Wiener	2,209
„ Berliner	2,293
„ chinesisches	2,385
„ Meißner	2,493
Glas, Spiegel-	2,450
„ Kron-	2,520
„ Tafel-	2,642
„ Flaschen-	2,732
„ Krystall-	2,892
„ Flint-	3,329

Tropfbare Flüssigkeiten.

Blausäure, wasserfrei	0,697
Aether	0,710
Alkohol, wasserfrei	0,793
Salzäther, leichter	0,805
Fuselöl	0,821
Holzgeist	0,83
Steinöl, weißes	0,845
Kohlensäure, flüssige	0,85
Benzol	0,85
Steinkohlentheeröl, leichtes	0,85
Steinöl, rothes	0,851
Bergamottöl	0,880
Ammoniakflüssigkeit, gesätt.	0,883
Salpeteräther	0,886
Terpentinöl	0,895
Calmusöl	0,899
Steinkohlentheeröl, schweres	0,90
Essigäther	0,905
Rosmarinöl	0,91
Sommerrepsöl	0,9114
Winterrepsöl	0,913
Elaïn aus Rindstalg	0,913
Elaïn aus Schweinefett	0,915

Elaïn aus Hammeltalg	0,916
Olivenöl	0,918
Mandelöl	0,918
Bucheckeröl	0,922
Tabaksamenöl	0,923
Rothtannensamenöl	0,923
Fischthran	0,923
Mohnöl	0,924
Haselnußöl	0,924
Leindotteröl	0,925
Wallnußöl	0,926
Eis	0,926
Hanföl	0,928
Elaïn aus Gansfett	0,929
Wachholderöl	0,931
Leinöl	0,935
Baldriansäure, möglichst entwässert	0,944
Lavendelöl	0,948
Kümmelöl	0,959
Ricinusöl	0,961
Buttersäure	0,967
Anisöl	0,979
Campher	0,989
Wein, Tokayer	0,987
" Burgunder	0,991
" Bordeaux-	0,994
" Franken-	0,995
" Champagner	0,998
" Rhein-	0,999
Fenchelöl	0,999
Holzessig, gereinigter	1,005
Milchrahm	1,012
Milch	1,018—1,045
Bier	1,023—1,034
Anilin	1,02

Meerwasser	1,027
Eiweiß, geronn., frisch	1,027
Kreosot	1,037
Theer aus harzigem Holz	1,040
Eiweiß, flüssiges	1,041
Holzessig, rectificirter	1,042
" roher, brauner	1,049
Phenylsäure	1,06
Essigsäure, erstes Hydrat	1,063
Holzessig concentrirter	1,057
Essigsäure, zweites Hydrat	1,078
Buchenholztheer	1,110
Steinkohlentheer	1,120—1,150
Salzäther, schwerer	1,134
Ameisensäure ($19^2/_3$ % Wasser enth.)	1,168
Kochsalzlösung gesättigt	1,208
Milchsäure, möglichst wasserfrei	1,215
Salzsäure, stärkste	1,278
Glycerin, möglichst wasserfrei	1,28
Eiweiß, geronnen, trocken	1,283
Salpetersäure, 2tes Hydrat	1,42
Untersalpetersäure	1,45
Wasserstoffhyperoxyd	1,452
Chloroform	1,48
Natronlauge, gesätt.	1,50
Salpetersäure, erstes Hydrat	1,52
Kalilösung, kohlens., gesätt.	1,54
Kalilauge, gesätt.	1,60
Kalisalpeterlösung, gesätt.	1,753
Schwefelsäure, englische	1,85
" Nordhäuser	1,90
" wasserfrei	1,970
Phosphorsäure von Syrupdicke	2,000
Phosphorsäure, wasserfreie, glasige	2,687

Gasarten.

	Die atmosphärische Luft = 1,000.	Das Wasser = 1,000 bei 3,3° R.	1 Pariser Cubikzoll wiegt Grane bei 0° R. und 28″ Barometerstand.
Wasserstoff	0,0688	0,0000	0,02435
Arsenikwasserstoff	0,5290	0,0006	0,18728
Grubengas	0,5550	0,0007	0,19648
Ammoniakgas	0,5912	0,0007	0,21124
Phosphorwasserstoff	0,8700	0,00113	0,30800
Stickstoff	0,9691	0,00127	0,34380
Kohlenoxyd	0,976	0,00127	0,34550
Leuchtgas	0,8784	0,00127	0,34637
Atmosphär. Luft	1,0000	0,00130	0,35402
Stickstoffoxyd	1,001	0,00130	0,35435
Sauerstoff	1,1026	0,00144	0,39070
Schwefelwasserstoff	1,1912	0,00155	0,42171
Salzsäure	1,2474	0,00162	0,44161
Kohlensäure	1,5196	0,00198	0,53758
Stickstoffoxydul	1,5204	0,00198	0,53825
Cyangas	1,8064	0,00235	0,63950
Schweflige Säure	2,1930	0,00285	0,77637
Fluorbor	2,3709	0,00309	0,83935
Chlor	2,4700	0,00321	0,87445
Salpetrige Säure	3,4812	0,00413	1,12607
Kieselfluor	3,5735	0,00462	1,26509
Jodwasserstoff	4,4430	0,00578	1,57282

8. Vergleichung der Aräometergrade von Beck und Baumé mit dem specifischen Gewichte.

a. für schwerere Flüssigkeiten b. für leichtere Flüssigkeiten
als Wasser bei 10° R.

Beck	Grade	Baumé nach Delezennes	Beck	Grade	Baumé nach Delezennes	Beck	Grade	Baumé nach Delezennes	Beck	Grade	Baumé nach Delezennes
1,0000	0	1,0000	1,2977	39	1,3861	1,0000	0		0,8457	31	0,8696
1,0059	1	1,0072	1,3077	40	1,3999	0,9941	1		0,8415	32	0,8643
1,0119	2	1,0145	1,3178	41	1,4141	0,9883	2		0,8374	38	0,8590
1,0180	3	1,0219	1,3281	42	1,4285	0,9826	3		0,8333	34	0,8537
1,0241	4	1,0294	1,3386	43	1,4433	0,9770	4		0,8292	35	0,8486
1,0303	5	1,0370	1,3492	44	1,4583	0,9714	5		0,8252	36	0,8435
1,0366	6	1,0448	1,3600	45	1,4735	0,9659	6		0,8212	37	0,8384
1,0429	7	1,0526	1,3710	46	1,4893	0,9604	7		0,8173	38	0,8334
1,0494	8	1,0606	1,3821	47	1,5053	0,9550	8		0,8133	39	0,8285
1,0559	9	1,0687	1,3934	48	1,5217	0,9497	9		0,8095	40	0,8236
1,0625	10	1,0769	1,4050	49	1,5384	0,9444	10	1,0000	0,8061	41	0,8188
1,0692	11	1,0853	1,4167	50	1,5555	0,9392	11	0,9929	0,8018	42	0,8141
1,0759	12	1,0937	1,4286	51	1,5730	0,9340	12	0,9859	0,7981	43	0,8094
1,0828	13	1,1023	1,4407	52	1,5909	0,9289	13	0,9790	0,7944	44	0,8017
1,0897	14	1,1111	1,4530	53	1,6092	0,9239	14	0,9722	0,7907	45	0,8001
1,0968	15	1,1200	1,4655	54	1,6279	0,9189	15	0,9655	0,7871	46	0,7956
1,1039	16	1,1290	1,4783	55	1,6471	0,9139	16	0,9589	0,7834	47	0,7911
1,1111	17	1,1382	1,4912	56	1,6667	0,9090	17	0,9524	0,7799	48	0,7866
1,1184	18	1,1475	1,5044	57	1,6868	0,9042	18	0,9460	0,7763	49	0,7823
1,1258	19	1,1570	1,5179	58	1,7074	0,8994	19	0,9396	0,7727	50	0,7779
1,1333	20	1,1666	1,5315	59	1,7285	0,8947	20	0,9333	0,7692	51	
1,1409	21	1,1764	1,5454	60	1,7501	0,8900	21	0,9272	0,7658	52	
1,1486	22	1,1864	1,5596	61	1,7722	0,8854	22	0,9211	0,7623	53	
1,1565	23	1,1965	1,5741	62	1,7950	0,8808	23	0,9151	0,7589	54	
1,1644	24	1,2068	1,5888	63	1,8184	0,8762	24	0,9091	0,7556	55	
1,1724	25	1,2173	1,6038	64	1,8423	0,8717	25	0,9033	0,7522	56	
1,1806	26	1,2280	1,6190	65	1,8669	0,8673	26	0,8975	0,7489	57	
1,1888	27	1,2389	1,6346	66	1,8922	0,8629	27	0,8918	0,7456	58	
1,1972	28	1,2499	1,6505	67	1,9180	0,8585	28	0,8861	0,7423	59	
1,2057	29	1,2612	1,6667	68	1,9447	0,8542	29	0,8806	0,7391	60	
1,2143	30	1,2727	1,6832	69	1,9721	0,8500	30	0,8751			
1,2230	31	1,2844	1,7000	70	2,0003						
1,2319	32	1,2962	1,7172	71							
1,2409	33	1,3083	1,7347	72							
1,2500	34	1,3207	1,7526	73							
1,2593	35	1,3333	1,7708	74							
1,2687	36	1,3461	1,7895	75							
1,2782	37	1,3592	1,8085	76							
1,2879	38	1,3725									

Um z. B. 34° Baumé seines Aräometers für leichtere Flüssigkeiten als Wasser in Grade nach Beck zu verwandeln, sucht man 34 in der Rubrik „Grade" und findet dieser gegenüber in der Rubrik „Baumé das spec. Gew. 0,8588. Sucht man nun in der Rubrik „Beck" 0,8588 oder das diesem nächst kommende 0,8585, so findet man diesem gegenüber in der Rubrik „Grade" die Zahl 28. Es sind demnach 34° Baumé = 28° Beck.

9. Angabe der Grade, den ein Weingeist bei 12° R. besitzen würde,

wenn er mit dem Aräometer von Baumé bei einer andern Temperatur gewogen war.

Grade nach Baumé	Temperaturgrade nach Réaumur.																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
11	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9
12	14	14	14	14	14	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10
13	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11
14	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12
15	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13
16	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
17	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15
18	20	20	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16
19	21	21	21	21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17
20	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
21	24	24	23	23	23	23	23	22	22	22	22	22	21	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19
22	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23	22	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21	20	20	20	20
23	25	25	25	25	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23	23	22	22	22	22	22	22	21	21	21	21
24	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23	23	22	22	22	22
25	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	23	23	23	23
26	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	24	24	24	24
27	29	29	29	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25
28	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26
29	31	31	31	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	28	27	27
30	32	32	32	31	31	31	31	31	31	30	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	29	28	28
31	33	33	33	32	32	32	32	32	32	32	32	31	31	31	31	31	30	30	30	30	30	30	29	29	29
32	34	34	34	33	33	33	33	33	33	32	32	32	32	32	32	31	31	31	31	31	31	31	30	30	30
33	35	35	34	34	34	34	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	32	32	32	32	32	32	31	31	31
34	36	36	35	35	35	35	35	35	34	34	34	34	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	32	32	32
35	36	36	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	35	34	34	34	34	34	34	34	33	33	33
36	37	37	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	35	35	34	34	34
37	38	38	38	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35
38	39	39	39	39	39	39	39	38	38	38	38	38	38	37	37	37	36	36	36	36	36	36	36	36	36
39	40	40	40	40	40	40	40	39	39	39	39	39	39	38	38	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37
40	41	41	41	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	39	39	39	38	38	38	38	38	37	37	37	37

Folgendes Beispiel diene zur Erklärung der Tafel. Man habe den Alkoholgehalt eines Branntweins bei einer Temperatur von 14° R. vermittelst des Alkoholometers zu 25 Graden gefunden. Um die wirkliche Stärke des Branntweins zu erfahren, sucht man in der Reihe der Temperaturgrade die Zahl 14° R. und in der vorderſten senkrechten Spalte die Zahl 25 auf, so findet man in dem Zusammentreffen beider Spalten die Zahl 24 für die wahre Stärke des zu prüfenden Branntweins.

10. Vergleichung der Aräometergrade von Meißner,
mit denen von Beck, Tralles, Richter und mit dem specifischen Gewichte für leichtere Flüssigkeiten als Wasser bei 14° R.

Beck	Tralles Volum-	Meißner Volum-	Meißner Gewicht-	Richter Gewicht-	Specif. Gewicht.	Beck	Tralles Volum-	Meißner Volum-	Meißner Gewicht-	Richter Gewicht-	Specif. Gewicht.
	Procente oder Grade.						Procente oder Grade.				
0,2	0,4	1	0,83	1,0	0,999	13,2	52,3	51	45,24	44,3	0,928
0,4	1,6	2	1,65	2,0	0,997	13,6	53,4	52	46,23	45,4	0,926
0,7	2,3	3	2,47	3,0	0,996	14,1	54,3	53	47,22	46,4	0,924
1,0	3,3	4	3,29	3,8	0,994	14,5	55,3	54	48,22	47,3	0,921
1,3	4,3	5	4,10	4,8	0,993	15,0	56,4	55	49,22	48,4	0,919
1,5	5,2	6	4,49	5,7	0,992	15,3	57,3	56	50,22	49,4	0,917
1,7	6,0	7	5,76	6,5	0,990	15,9	58,4	57	51,22	50,6	0,915
1,9	7,4	8	6,52	7,5	0,989	16,4	59,5	58	52,26	51,7	0,912
2,2	8,4	9	7,28	8,6	0,987	16,8	60,4	59	53,27	52,8	0,910
2,4	9,4	10	8,06	9,4	0,986	17,3	61,3	60	54,32	54,0	0,908
2,7	10,7	11	8,87	10,4	0,985	17,8	62,4	61	55,36	55,2	0,905
2,9	11,7	12	9,71	11,0	0,983	18,4	63,6	62	56,41	56,3	0,903
3,1	12,5	13	10,54	11,8	0,982	18,8	64,7	63	57,45	57,3	0,901
3,3	13,5	14	11,36	12,5	0,981	19,3	65,6	64	58,52	58,2	0,898
3,4	14,5	15	12,30	13,0	0,980	19,7	66,5	65	59,56	59,0	0,896
3,5	15,5	16	13,30	13,7	0,979	20,2	67,6	66	60,61	60,3	0,893
3,7	16,6	17	14,18	14,4	0,978	20,7	68,5	67	61,65	61,3	0,891
3,9	17,5	18	15,00	15,0	0,978	21,3	69,6	68	62,73	62,5	0,889
4,1	18,4	19	15,75	15,5	0,977	21,8	70,7	69	63,79	63,6	0,886
4,3	19,3	20	16,58	16,4	0,976	22,5	71,8	70	64,91	64,7	0,883
4,4	20,4	21	17,46	17,3	0,975	22,9	72,7	71	66,00	65,6	0,881
4,6	21,4	22	18,31	18,0	0,973	23,6	73,8	72	67,07	66,9	0,878
4,8	22,6	23	19,16	18,4	0,972	24,3	75,0	73	68,15	68,4	0,875
5,1	23,3	24	20,00	19,8	0,971	24,8	75,9	74	69,24	69,5	0,872
5,2	24,4	25	20,92	20,2	0,970	25,5	77,0	75	70,38	70,8	0,870
5,4	25,5	26	21,85	21,2	0,969	26,0	78,0	76	71,52	72,0	0,867
5,6	26,5	27	22,77	22,0	0,968	26,8	79,0	77	72,68	73,3	0,864
5,8	27,4	28	23,61	22,5	0,967	27,3	79,8	78	73,86	74,1	0,862
6,1	28,4	29	24,46	23,5	0,965	27,9	81,0	79	74,94	74,8	0,859
6,3	29,5	30	25,31	24,4	0,964	28,5	81,8	80	76,06	76,2	0,857
6,5	30,4	31	26,15	25,2	0,963	29,1	82,8	81	77,37	77,2	0,853
6,7	31,4	32	27,00	26,0	0,962	29,7	83,9	82	78,44	78,1	0,851
7,0	32,5	33	27,93	27,0	0,961	30,4	84,9	83	79,54	79,1	0,848
7,3	33,4	34	28,93	28,0	0,960	31,0	85,6	84	80,66	80,1	0,845
7,6	34,5	35	29,87	28,7	0,958	31,8	86,5	85	81,78	81,2	0,843
7,8	35,5	36	30,82	29,7	0,956	32,5	87,4	86	82,96	82,1	0,840
8,0	36,6	37	31,78	30,4	0,955	33,0	87,9	87	84,13	83,0	0,837
8,4	37,9	38	32,73	31,5	0,953	33,8	88,9	88	85,29	84,1	0,835
8,8	39,2	39	33,63	32,9	0,951	34,4	90,0	89	86,48	85,0	0,832
9,1	40,4	40	34,52	34,0	0,949	35,2	91,0	90	87,70	86,1	0,829
9,4	41,4	41	35,42	34,8	0,948	36,0	92,0	91	88,97	87,5	0,825
9,7	42,3	42	36,31	35,8	0,946	36,9	93,0	92	90,21	88,6	0,822
10,0	43,4	43	37,26	36,7	0,944	37,6	93,8	93	91,36	90,0	0,819
10,4	44,6	44	38,26	37,7	0,942	38,6	94,7	94	92,52	91,5	0,815
10,8	45,7	45	39,32	38,8	0,940	39,6	95,6	95	93,71	93,0	0,311
11,3	46,6	46	40,35	39,3	0,938		96,6	96	94,87	94,2	0,808
11,4	47,7	47	41,33	40,3	0,936		97,4	97	96,10	95,1	0,804
11,8	48,7	48	42,28	41,2	0,934		98,2	98	97,36	97,1	0,801
12,3	49,8	49	43,24	42,0	0,932		99,1	99	98,68	98,6	0,797
12,7	50,9	50	44,26	43,2	0,930		100,0	100	100,00	100,0	0,793

Der Gebrauch der Tafel ist für sich klar, indem die zu suchenden Zahlen stets in einer Reihe mit denjenigen stehen, womit sie verglichen werden sollen. Will man wissen, wie viel 16° Beck nach Tralles betragen, so findet man zwar 16 in der Rubrik „Beck" nicht, aber als nächste Zahl 16,4 und nebenan 59,5° Tralles. Sollten 64° Tralles in Beck verwandelt werden, so findet man als nächste Zahl 63,6° Tralles und nebenan 18,4° Beck.

11. Vergleichung der Aräometergrade von Baumé

mit denen von Tralles und Richter und mit dem specifischen Gewichte für leichtere Flüssigkeiten als Wasser bei 14° R.

Specif. Gewicht	Tralles Volum-	Richter Gewicht-	Baumé Grade	Specif. Gewicht	Tralles Volum-	Richter Gewicht-	Baumé Grade
	Procente oder Grade				Procente oder Grade		
1,000	0,0	0,0	10	0,928	52,3	44,3	21
0,999	0,4	1,0	—	0,926	53,4	45,4	—
0,997	1,6	2,0	—	0,924	54,3	46,4	—
0,996	2,3	3,0	—	0,921	55,3	47,3	22
0,994	3,3	3,8	—	0,919	56,4	48,4	—
0,993	4,3	4,8	11	0,917	57,3	49,4	—
0,992	5,2	5,7	—	0,915	58,4	50,6	23
0,990	6,0	6,5	—	0,912	59,5	51,7	—
0,989	7,4	7,5	—	0,910	60,4	52,8	—
6,987	8,4	8,6	—	0,908	61,3	54,0	24
0,986	9,4	9,4	12	0,905	62,4	55,2	—
0,985	10,7	10,4	—	0,903	63,6	56,3	25
0,983	11,7	11,0	—	0,901	64,7	57,3	—
0,982	12,5	11,8	—	0,898	65,6	58,2	26
0,981	13,5	12,5	—	0,896	66,5	59,0	—
0,980	14,5	13,0	—	0,893	67,6	60,3	27
0,979	15,5	13,7	13	0,891	68,5	61,3	—
0,978	16,5	14,4	—	0,889	69,6	62,5	—
0,977	18,4	15,5	—	0,886	70,7	63,6	28
0,976	19,3	16,4	—	0,883	71,8	64,7	—
0,975	20,4	17,3	—	0,881	72,7	65,6	29
0,973	21,4	18,0	—	0,878	73,8	66,9	30
0,972	22,6	18,4	14	0,875	75,0	68,4	—
0,971	23,3	19,3	—	0,872	75,9	69,5	31
0,970	24,4	20,2	—	0,870	77,0	70,8	—
0,969	25,5	21,2	—	0,867	78,0	72,0	32
0,968	26,5	22,0	—	0,864	79,0	73,3	—
0,967	27,4	22,5	—	0,862	79,8	74,1	33
0,965	28,4	23,5	15	0,859	81,0	74,8	—
0,964	29,5	24,4	—	0,857	81,8	76,2	34
0,963	30,4	25,2	—	0,853	82,8	77,2	—
0,962	31,4	26,0	—	0,851	83,9	78,1	35
0,961	32,5	27,0	—	0,848	84,9	79,1	—
0,960	33,4	28,0	—	0,845	85,6	80,1	—
0,958	34,5	28,7	16	0,843	86,5	81,2	36
0,956	35,5	29,7	—	0,840	87,7	82,1	37
0,955	36,6	30,4	—	0,837	87,9	83,0	38
0,953	37,9	31,5	17	0,835	88,9	84,1	—
0,951	39,2	32,9	—	0,832	90,0	85,0	—
0,949	40,4	34,0	—	0,829	91,0	86,1	39
0,948	41,4	34,8	—	0,825	92,0	87,5	40
0,946	42,3	35,8	18	0,822	93,0	88,6	—
0,944	43,4	36,7	—	0,819	93,8	90,0	41
0,942	44,6	37,7	—	0,815	94,7	91,5	42
0,940	45,7	38,3	19	0,811	95,6	93,0	43
0,938	46,6	39,3	—	0,808	96,6	94,2	—
0,936	47,7	40,3	—	0,804	97,4	95,1	44
0,934	48,7	41,2	20	0,801	98,2	97,1	45
0,932	49,8	42,0	—	0,797	99,1	98,6	46
0,930	50,9	43,2	—	0,793	100,0	100,0	47

12. Angabe der Grade, den ein Weingeist bei $12^1/_2$° R. besitzen würde, wenn er mit dem Aräometer von Tralles bei einer andern Temperatur gewogen war.

Von Grimm.

Grade nach Tralles	Temperaturgrade nach Réaumur.																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
20	24	24	23	23	23	22	22	22	21	21	21	20	20	20	19	19	19	18	18	17	17	17	16	16	16
21	26	25	25	24	24	24	23	23	22	22	22	21	21	21	20	20	20	19	19	18	18	18	17	17	16
22	27	27	26	26	25	25	24	24	24	23	23	22	22	22	21	21	21	20	20	19	19	19	18	18	17
23	28	28	27	27	26	26	25	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	20	20	20	20	19	19	18
24	30	29	28	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	24	23	23	22	22	21	21	21	20	20	19	19
25	31	30	30	29	29	28	28	27	27	27	26	25	25	25	24	24	23	23	22	22	22	21	21	20	20
26	32	32	31	30	30	30	29	28	28	28	27	26	26	26	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21
27	33	33	32	31	31	31	30	29	29	29	28	27	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	22
28	34	34	33	33	32	32	31	30	30	30	29	28	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23
29	35	35	34	34	33	33	32	31	31	31	30	29	29	29	28	27	27	27	26	26	25	25	24	24	23
30	36	36	35	35	34	34	33	32	32	32	31	30	30	30	29	28	28	28	27	26	26	26	25	25	24
31	37	37	36	36	35	35	34	33	33	33	32	31	31	31	30	29	29	29	28	27	27	27	26	25	25
32	38	38	37	37	36	36	35	34	34	34	33	32	32	32	31	30	30	30	29	28	28	28	27	26	26
33	39	39	38	38	37	37	36	35	35	35	34	33	33	33	32	31	31	31	30	29	29	29	28	27	27
34	40	40	39	39	38	38	37	36	36	36	35	34	34	34	33	32	32	32	31	30	30	30	29	28	28
35	41	41	40	40	39	39	38	37	37	37	36	35	35	35	34	33	33	33	32	31	31	31	30	29	29
36	42	42	41	41	40	40	39	38	38	38	37	36	36	36	35	34	34	34	33	32	32	32	31	30	30
37	43	43	42	42	41	41	40	39	39	39	38	37	37	37	36	35	35	35	34	33	33	33	32	31	31
38	44	44	43	43	42	42	41	40	40	40	39	38	38	38	37	36	36	36	35	34	34	34	33	32	32
39	45	45	44	44	43	43	42	41	41	41	40	39	39	39	38	37	37	37	36	35	35	35	34	33	33
40	46	46	45	44	44	44	43	42	42	42	41	40	40	40	39	38	38	38	37	36	36	36	35	34	34
41	47	47	46	45	45	45	44	43	43	43	42	41	41	41	40	39	39	39	38	37	37	37	36	35	35
42	48	48	47	46	46	46	45	44	44	44	43	42	42	42	41	40	40	40	39	38	38	38	37	36	36
43	49	48	48	47	47	47	46	45	45	45	44	43	43	43	42	41	41	41	40	39	39	39	38	37	37
44	50	49	49	48	48	48	47	46	46	46	45	44	44	44	43	43	42	42	41	41	40	40	39	39	38
45	51	50	50	49	49	48	48	47	47	47	46	45	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	40	40	39
46	52	51	51	50	50	49	49	48	48	48	47	46	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	40
47	53	52	52	51	51	50	50	49	49	49	48	47	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41
48	54	53	52	52	52	51	51	50	50	50	49	48	48	48	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42
49	55	54	53	53	53	52	52	51	51	51	50	49	49	49	48	48	47	47	46	46	45	45	44	44	43
50	56	55	54	54	54	53	53	52	52	52	51	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45	45	44
51	56	56	55	55	55	54	54	53	53	53	52	51	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45
52	57	57	56	56	56	55	55	54	54	54	53	52	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46
53	58	58	57	57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	48
54	59	59	58	58	58	57	57	56	56	55	55	54	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49	49	49
55	60	60	59	59	59	58	58	57	57	56	56	55	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	50
56	61	61	60	60	60	59	59	58	58	57	57	56	56	56	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51	51
57	62	62	61	61	60	60	59	59	59	58	58	57	57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	52	52	52
58	63	63	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58	58	58	57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	53
59	64	64	63	63	62	62	61	61	61	60	60	59	59	59	58	58	57	57	56	56	56	55	54	54	54
60	65	65	64	64	63	63	62	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58	58	57	57	57	56	55	55	55
61	66	66	65	65	64	64	63	63	63	62	62	61	61	61	60	60	59	59	58	58	58	57	56	56	56
62	67	67	66	66	65	65	64	64	64	63	63	62	62	62	61	61	60	60	59	59	59	58	58	57	57
63	68	68	67	67	66	66	65	65	65	64	64	63	63	63	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58	58
64	69	69	68	68	67	67	66	66	66	65	65	64	64	64	63	63	62	62	61	61	61	60	60	59	59
65	70	70	69	69	68	68	67	67	67	66	66	65	65	65	64	64	63	63	62	62	62	61	61	60	60
66	71	71	70	70	69	69	68	68	68	67	67	66	66	66	65	65	64	64	63	63	63	62	62	61	61

Grade nach Tralles	Temperaturgrade nach Réaumur.																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
67	72	72	71	71	70	70	69	69	69	68	68	67	67	67	66	66	65	65	64	64	64	63	63	62	62
68	73	72	72	72	71	71	70	70	70	69	69	68	68	68	67	67	66	66	65	65	65	64	64	63	63
69	74	73	73	73	72	72	71	71	71	70	70	69	69	69	68	68	67	67	66	66	66	65	65	64	64
70	75	74	74	73	73	73	72	72	72	71	71	70	70	70	69	69	68	68	67	67	67	66	66	65	65
71	76	75	75	74	74	74	73	73	73	72	72	71	71	71	70	70	69	69	68	68	68	67	67	66	66
72	77	76	76	75	75	75	74	74	74	73	73	72	72	72	71	71	70	70	69	69	69	68	68	67	67
73	78	77	77	76	76	76	75	75	75	74	74	73	73	73	72	72	71	71	71	70	70	70	69	69	68
74	79	78	78	77	77	77	76	76	76	75	75	74	74	74	73	73	72	72	72	71	71	71	70	70	69
75	80	79	79	78	78	78	77	77	77	76	76	75	75	75	74	74	73	73	73	72	72	72	71	71	70
76	81	80	80	79	79	79	78	78	78	77	77	76	76	76	75	75	74	74	74	73	73	73	72	72	71
77	82	81	81	80	80	80	79	79	79	78	78	77	77	77	76	76	76	75	75	74	74	74	73	73	72
78	82	82	82	81	81	81	80	80	80	79	79	78	78	78	77	77	77	76	76	75	75	75	74	74	73
79	83	83	83	82	82	82	81	81	81	80	80	79	79	79	78	78	78	77	77	76	76	76	75	75	74
80	84	84	84	83	83	83	82	82	82	81	81	80	80	80	79	79	79	78	78	77	77	77	76	76	75
81	85	85	84	84	84	84	83	83	82	82	82	81	81	81	80	80	80	79	79	78	78	78	77	77	76
82	86	86	85	85	85	85	84	84	83	83	83	82	82	82	81	81	81	80	80	79	79	79	78	78	78
83	87	87	86	86	86	86	85	85	84	84	84	83	83	83	82	82	82	81	81	80	80	80	79	79	79
84	88	88	87	87	87	87	86	86	85	85	85	84	84	84	83	83	83	82	82	81	81	81	80	80	80
85	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	86	85	85	85	84	84	84	83	83	82	82	82	81	81	81
86	90	90	89	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	86	85	85	85	84	84	84	83	83	82	82	82
87	91	91	90	90	90	89	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	86	85	85	85	84	84	83	83	83
88	92	92	91	91	91	90	90	90	89	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	86	85	85	84	84	84
89	93	92	92	92	92	91	91	91	90	90	90	89	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	85	85	85
90	94	93	93	93	92	92	92	92	91	91	91	90	90	90	89	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86
91	95	94	94	94	93	93	93	93	92	92	92	91	91	91	90	90	90	90	89	89	88	88	88	87	87
92	95	95	95	95	94	94	94	93	93	93	93	92	92	92	91	91	91	91	90	90	90	89	89	88	88
93	96	96	96	95	95	95	95	94	94	94	94	93	93	93	92	92	92	92	91	91	91	90	90	90	89
94	97	97	97	96	96	96	96	95	95	95	94	94	94	94	93	93	93	93	92	92	92	91	91	91	90
95	98	98	97	97	97	97	96	96	96	96	95	95	95	95	94	94	94	94	93	93	93	93	92	92	92
96	99	99	98	98	98	98	97	97	97	97	96	96	96	96	95	95	95	95	94	94	94	94	93	93	93
97	100	100	99	99	99	99	98	98	98	98	97	97	97	97	96	96	96	96	95	95	95	95	94	94	94
98				100	100	100	99	99	99	99	98	98	98	98	97	97	97	97	97	96	96	96	95	95	95
99								100	100	100	99	99	99	99	99	98	98	98	98	97	97	97	97	96	96
100													100	100	100	99	99	99	99	98	98	98	98	98	97

Diese Tafel wird ganz auf dieselbe Weise wie Tafel 9 S. 499 benützt.

13. Wassermenge, um 1000 Maaß Weingeist in bestimmten Graden zu verdünnen:

	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
31	33														
32	67	32													
33	100	65	31												
34	134	97	63	30											
35	167	129	94	61	30										
36	201	162	126	91	59	29									
37	234	194	157	122	89	58	28								
38	268	227	189	153	119	86	56	27							
39	302	260	220	183	148	115	84	55	27						
40	335	292	252	214	178	144	112	82	53	26					
41	369	325	284	245	208	173	140	109	80	52	25				
42	403	358	315	275	238	202	169	137	107	78	51	25			
43	437	390	347	306	268	231	197	164	134	104	76	50	24		
44	471	423	379	337	298	261	225	192	160	130	102	75	49	24	
45	505	456	411	368	328	290	254	220	187	157	127	99	73	47	23
46	539	489	443	399	358	319	282	247	214	183	153	124	97	71	46
47	573	522	474	430	388	348	310	275	241	209	179	149	122	95	70
48	607	555	506	461	418	377	339	303	268	235	204	174	146	119	93
49	641	588	538	492	448	407	367	330	295	262	230	200	171	143	116
50	675	621	570	523	478	436	396	358	322	288	256	225	195	167	140
51	709	654	602	554	508	465	424	386	349	314	281	250	220	191	163
52	743	687	634	585	539	495	453	414	376	341	307	275	244	215	187
53	777	720	666	616	569	524	482	442	403	367	333	300	269	239	210
54	811	753	699	647	599	553	510	469	431	394	359	325	293	263	234
55	846	786	731	679	629	583	539	497	458	420	385	350	318	287	257
56	880	820	763	700	660	613	568	525	485	447	411	376	343	311	281
57	914	853	795	741	690	642	596	553	512	473	436	401	367	335	305
58	949	886	827	772	721	672	625	581	540	500	462	426	392	359	328
59	983	919	860	804	751	701	654	609	567	527	488	452	417	384	352
60	1017	953	892	835	781	731	683	637	594	553	514	477	442	408	375
61	1052	986	924	867	812	760	711	665	622	580	540	503	467	432	399
62	1086	1019	957	898	842	790	740	694	649	607	566	528	491	456	423
63	1121	1053	989	929	873	820	769	722	676	633	593	554	516	481	447
64	1155	1086	1022	961	904	850	798	750	704	660	619	579	541	505	471
65	1190	1120	1054	992	934	879	827	778	731	687	645	605	566	529	494
66	1224	1153	1086	1024	965	909	856	806	759	714	671	630	591	554	518
67	1259	1187	1119	1055	995	939	885	834	786	741	697	656	616	578	542
68	1293	1220	1151	1087	1026	969	914	863	814	767	723	681	641	603	566
69	1328	1254	1184	1118	1056	998	943	891	841	794	750	707	666	627	590
70	1363	1287	1216	1150	1087	1028	972	919	869	821	776	732	691	652	614
71	1397	1321	1249	1182	1118	1058	1001	948	897	848	802	758	716	676	638
72	1432	1354	1282	1213	1149	1088	1030	977	924	875	828	784	741	701	662
73	1467	1388	1314	1245	1180	1118	1060	1005	952	902	855	810	767	725	686
74	1502	1422	1347	1277	1211	1148	1089	1033	980	929	881	835	792	750	710
75	1536	1456	1380	1309	1241	1178	1118	1061	1008	956	908	861	817	775	734
76	1571	1489	1413	1340	1272	1208	1147	1089	1035	983	934	887	842	799	758
77	1606	1523	1445	1372	1303	1238	1177	1118	1063	1011	961	913	867	824	782
78	1641	1557	1478	1404	1334	1268	1206	1147	1091	1038	987	939	893	849	807
79	1676	1591	1511	1436	1365	1299	1235	1175	1119	1065	1014	965	918	873	831
80	1711	1625	1544	1468	1396	1329	1265	1204	1147	1092	1040	991	943	898	855
81	1746	1658	1577	1500	1427	1359	1294	1233	1175	1119	1067	1017	969	923	879
82	1781	1692	1610	1532	1458	1389	1323	1261	1203	1147	1093	1043	994	948	904
83	1816	1726	1643	1564	1489	1419	1353	1290	1231	1174	1120	1069	1020	973	928
84	1851	1760	1676	1596	1521	1450	1382	1319	1259	1201	1147	1095	1045	998	952
85	1886	1794	1709	1628	1552	1480	1412	1348	1287	1229	1173	1121	1071	1023	977
86	1921	1828	1742	1660	1583	1510	1442	1376	1315	1256	1200	1147	1096	1048	1001
87	1956	1863	1775	1692	1614	1541	1471	1405	1343	1284	1227	1173	1122	1073	1026
88	1992	1897	1808	1724	1645	1571	1501	1434	1371	1311	1254	1200	1147	1098	1050
89	2027	1931	1841	1757	1677	1602	1531	1463	1400	1339	1281	1226	1173	1123	1075
90	2062	1966	1875	1789	1708	1633	1561	1492	1428	1367	1308	1252	1199	1148	1100

	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46	23														
47	46	22													
48	68	45	22												
49	91	67	44	21											
50	114	89	66	43	21										
51	137	112	87	64	42	21									
52	160	134	110	86	63	41	20								
53	183	157	132	107	84	62	41	20							
54	206	179	153	129	105	83	61	40	19						
55	229	202	176	151	127	103	81	60	39	19					
56	252	224	198	172	148	124	102	80	59	38	19				
57	275	247	220	194	169	145	122	100	78	58	38	19			
58	298	269	242	216	190	166	142	120	99	77	57	37	18		
59	321	292	264	237	212	187	163	140	118	96	76	56	37	18	
60	345	315	286	259	233	208	183	160	137	116	95	74	55	36	18
61	368	338	309	281	254	229	204	180	157	135	114	93	73	54	35
62	391	360	331	303	276	250	225	200	177	155	133	112	92	72	53
63	414	383	353	325	297	271	245	221	197	174	152	131	110	90	71
64	438	406	376	346	318	292	266	241	217	194	171	150	128	109	89
65	461	429	398	368	340	313	286	261	237	213	190	168	147	127	107
66	484	451	420	390	361	334	307	281	256	233	209	187	166	145	125
67	508	474	443	412	383	355	328	301	276	252	229	206	184	163	143
68	531	497	465	434	404	376	348	322	296	272	248	225	203	181	160
69	554	520	487	456	426	397	369	342	316	291	267	244	221	200	178
70	578	543	510	478	447	418	390	362	336	311	286	263	240	218	196
71	601	566	532	500	469	439	411	383	356	331	306	282	259	236	214
72	625	589	555	522	491	460	431	403	376	350	325	301	277	255	232
73	648	612	578	544	512	482	452	424	396	370	344	320	296	273	251
74	672	635	600	567	534	503	473	444	416	390	364	339	315	291	269
75	695	658	623	589	556	524	494	465	437	409	383	358	333	310	287
76	719	681	645	611	578	546	515	485	457	429	403	377	352	328	305
77	743	705	668	633	599	567	536	506	477	449	422	396	371	347	323
78	766	728	691	655	621	588	557	527	497	469	442	415	390	365	341
79	790	751	713	678	643	610	578	547	517	489	461	434	409	384	360
80	813	774	736	700	665	631	599	568	538	509	481	454	428	402	378
81	837	797	759	722	687	653	620	588	558	529	500	473	447	421	396
82	861	821	782	745	709	674	641	609	578	549	520	492	465	440	415
83	885	844	805	767	731	696	662	630	599	569	540	512	485	458	433
84	909	867	828	789	753	717	683	651	619	589	559	531	504	477	451
85	933	891	851	812	775	739	705	671	640	609	579	550	523	496	470
86	957	914	874	834	797	761	726	692	660	629	599	570	542	515	488
87	981	938	897	857	819	782	747	713	681	649	619	589	561	534	507
88	1005	961	920	880	841	804	769	734	701	669	639	609	580	553	526
89	1029	985	943	902	863	826	790	755	722	690	659	629	600	572	544
90	1053	1009	966	925	886	848	812	777	743	710	679	648	619	591	563

*

	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
61	17														
62	35	17													
63	52	34	17												
64	70	52	34	17											
65	88	69	51	33	16										
66	105	86	68	50	33	16									
67	123	104	85	67	49	32	16								
68	140	121	102	84	66	49	32	16							
69	158	138	119	101	82	65	48	32	16						
70	176	156	136	117	99	81	74	47	31	15					
71	193	173	153	134	116	98	80	63	47	31	15				
72	211	191	171	151	132	114	97	79	63	46	30	15			
73	229	208	188	168	149	131	113	95	78	62	46	30	15		
74	247	226	205	185	166	147	129	111	94	77	61	45	30	15	
75	265	243	222	202	183	164	145	127	110	93	76	60	45	29	14
76	283	261	240	219	199	180	162	143	126	109	92	75	60	44	29
77	300	278	257	236	216	197	178	159	142	124	107	91	75	59	44
78	318	296	274	253	233	213	194	176	157	140	123	106	90	74	58
79	336	314	292	271	250	230	211	192	173	155	138	121	105	88	73
80	354	331	309	288	267	247	227	208	189	171	153	136	120	103	87
81	372	349	327	305	284	263	243	224	205	187	169	152	135	118	102
82	390	367	344	322	301	280	260	240	221	203	184	167	150	133	117
83	409	385	362	339	318	297	276	256	237	218	200	182	165	148	131
84	427	403	379	357	335	313	293	273	253	234	216	198	180	163	146
85	445	421	397	374	352	330	309	289	269	250	231	213	195	178	161
86	463	438	415	391	369	347	326	305	285	266	247	229	211	193	176
87	481	456	432	409	386	364	343	322	302	282	263	244	226	208	191
88	500	474	450	426	403	381	359	338	318	298	279	260	241	223	206
89	518	493	468	444	421	398	376	355	334	314	295	275	257	239	221
90	537	511	486	462	438	415	393	372	351	331	311	291	273	254	236

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
76	14														
77	29	14													
78	43	28	14												
79	57	43	28	14											
80	72	57	42	28	14										
81	86	71	56	42	27	14									
82	101	85	70	56	41	27	13								
83	116	100	85	70	55	41	27	13							
84	130	114	99	84	69	55	40	27	13						
85	145	129	113	98	83	68	54	40	26	13					
86	159	143	127	112	97	82	68	54	40	26	13				
87	174	158	142	126	111	96	81	67	53	39	26	13			
88	189	172	156	140	125	110	95	81	66	53	39	36	13		
89	204	187	171	155	139	124	109	94	80	66	52	39	26	13	
90	219	202	185	169	153	138	123	108	94	79	66	52	39	26	13

Will man z. B. 75procentigen Weingeist auf 33procentigen verdünnen, so sucht man 75 in der ersten Längenspalte und 33 in der obersten Querspalte auf. Wo sich beide treffen, steht 1309. Man muß also 1309 Maas Wasser zu 1000 Maas 75procentigen Weingeist setzen, um ihn in 33procentigen zu verwandeln.

14. Volumverminderung bei der Mischung verschiedener Maaßtheile Alkohol und Wasser.

Nach Meißner's Versuchen bei 14° R.

Maaßtheile		geben nach der Vermischung Maaßtheile	von dem specifischen Gewicht
Alkohol	Wasser	bei 14° R.	
0	100	100,000	1,0000
5	95	99,674	0,9929
10	90	99,333	0,9859
15	85	98,845	0,9803
20	80	98,262	0,9756
25	75	97,763	0,9700
30	70	97,268	0,9643
35	65	96,829	0,9580
40	60	96,607	0,9495
45	55	96,442	0,9404
50	50	96,377	0,9303
55	45	96,427	0,9191
60	40	96,520	0,9075
65	35	96,626	0,8958
70	30	96,821	0,8833
75	25	97,176	0,8695
80	20	97,462	0,8566
85	15	97,807	0,8427
90	10	98,224	0,8286
95	5	99,031	0,8114
100	0	100,000	0,7932

15. Reductionstafel für die Grade der Oechsle'schen Mostwage auf specifische Gewichte und Zuckerprocente bei + $12^1/_2$° R.

Specifische Gewichte	Grade	Zuckerprocente	Specifische Gewichte	Grade	Zuckerprocente	Specifische Gewichte	Grade	Zuckerprocente	Specifische Gewichte	Grade	Zuckerprocente
1,0576	60	14,10	1,0752	77	18,18	1,0934	94	22,27	1,1122	111	26,34
1,0587	61	14,36	1,0763	78	18,43	1,0945	95	22,51	1,1133	112	26,57
1,0597	62	14,60	1,0773	79	18,66	1,0956	96	22,76	1,1144	113	26,81
1,0607	63	14,83	1,0784	80	18,91	1,0967	97	23,00	1,1156	114	27,06
1,0617	64	15,07	1,0794	81	19,14	1,0978	98	23,24	1,1167	115	27,30
1,0628	65	15,33	1,0805	82	19,39	1,0989	99	23,48	1,1178	116	27,53
1,0638	66	15,56	1,0816	83	19,64	1,1000	100	23,72	1,1190	117	27,79
1,0648	67	15,80	1,0826	84	19,86	1,1011	101	23,94	1,1201	118	28,02
1,0659	68	16,05	1,0837	85	20,11	1,1022	102	24,19	1,1213	119	28,28
1,0669	69	16,28	1,0848	86	20,36	1,1033	103	24,43	1,1224	120	28,51
1,0679	70	16,51	1,0859	87	20,60	1,1044	104	24,67	1,1235	121	28,74
1,0690	71	16,77	1,0869	88	20,82	1,1055	105	24,91	1,1247	122	29,00
1,0700	72	17,00	1,0880	89	21,07	1,1066	106	25,15	1,1259	123	29,25
1,0710	73	17,23	1,0891	90	21,31	1,1077	107	25,38	1,1270	124	29,48
1,0721	74	17,48	1,0902	91	21,56	1,1088	108	25,62	1,1282	125	29,73
1,0731	75	17,70	1,0912	92	21,78	1,1099	109	25,85			
1,0742	76	17,95	1,0923	93	22,02	1,1111	110	26,11			

16. Vergleichung des Zucker- oder Extractgehaltes in 100 Gewichttheilen Zuckerlösung oder Bierwürze mit dem specifischen Gewichte derselben bei + 14° R.

Zucker in 100 Gewichttheilen der Lösung	Specifisches Gewicht	Zucker in 100 Gewichttheilen der Lösung	Specifisches Gewicht
0	1,0000	38	1,1692
1	1,0040	39	1,1743
2	1,0080	40	1,1794
3	1,0120	41	1,1846
4	1,0160	42	1,1898
5	1,0200	43	1,1951
6	1,0240	44	1,2004
7	1,0281	45	1,2057
8	1,0322	46	1,2111
9	1,0363	47	1,2165
10	1,0404	48	1,2219
11	1,0446	49	1,2274
12	1,0488	50	1,2329
13	1,0530	51	1,2385
14	1,0572	52	1,2441
15	1,0614	53	1,2497
16	1,0657	54	1,2553
17	1,0700	55	1,2610
18	1,0744	56	1,2667
19	1,0788	57	1,2725
20	1,0832	58	1,2783
21	1,0877	59	1,2841
22	1,0922	60	1,2900
23	1,0967	61	1,2059
24	1,1013	62	1,3019
25	1,1059	63	1,3079
26	1,1106	64	1,3139
27	1,1153	65	1,3190
28	1,1200	66	1,3260
29	1,1247	67	1,3321
30	1,1295	68	1,3383
31	1,1343	69	1,3445
32	1,1391	70	1,3507
33	1,1440	71	1,3570
34	1,1490	72	1,3633
35	1,1540	73	1,3696
36	1,1590	74	1,3760
37	1,1641	75	1,3824

17. Vergleichung des specifischen Gewichtes mit dem Zucker- oder Extractgehalt in 100 Gewichttheilen Zuckerlösung oder Bierwürze.

Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt
1,0000	0,000								
1,0001	0,025	1,0051	1,275	1,0101	2,525	1,0151	3,775	1,0201	5,025
2	050	52	300	102	550	152	800	202	050
3	075	53	325	103	575	153	825	203	075
4	100	54	350	104	600	154	850	204	100
5	125	55	375	105	625	155	875	205	125
6	150	56	400	106	650	156	900	206	150
7	175	57	425	107	675	157	925	207	175
8	200	58	450	108	700	158	950	208	200
9	225	59	475	109	725	159	975	209	225
1,0010	250	1,0060	500	1,0110	750	1,0160	4,000	1,0210	250
11	275	61	525	111	775	161	025	211	275
12	300	62	550	112	800	162	050	212	300
13	325	63	575	113	825	163	075	213	325
14	350	64	600	114	850	164	100	214	350
15	375	65	625	115	875	165	125	215	375
16	400	66	650	116	900	166	150	216	400
17	425	67	675	117	925	167	175	217	425
18	450	68	700	118	950	168	200	218	450
19	475	69	725	119	975	169	225	219	475
1,0020	500	1,0070	750	1,0120	3,000	1,0170	250	1,0220	500
21	525	71	775	121	025	171	275	221	525
22	550	72	800	122	050	172	300	222	550
23	575	73	825	123	075	173	325	223	575
24	600	74	850	124	100	174	350	224	600
25	625	75	875	125	125	175	375	225	625
26	650	76	900	126	150	176	400	226	650
27	675	77	925	127	175	177	425	227	675
28	700	78	950	128	200	178	450	228	700
29	725	79	975	129	225	179	475	229	725
1,0030	750	1,0080	2,000	1,0130	250	1,0180	500	1,0230	750
31	775	81	025	131	275	181	525	231	775
32	800	82	050	132	300	182	550	232	800
33	825	83	075	133	325	183	575	233	825
34	850	84	100	134	350	184	600	234	850
35	875	85	125	135	375	185	625	235	875
36	900	86	150	136	400	186	650	236	900
37	925	87	175	137	425	187	675	237	925
38	950	88	200	138	450	188	700	238	950
39	975	89	225	139	475	189	725	239	975
1,0040	1,000	1,0090	250	1,0140	500	1,0190	750	1,0240	6,000
41	025	91	275	141	525	191	775	241	024
42	050	92	300	142	550	192	800	242	048
43	075	93	325	143	575	193	825	243	073
44	100	94	350	144	600	194	850	244	097
45	125	95	375	145	625	195	875	245	122
46	150	96	400	146	650	196	900	246	146
47	175	97	425	147	675	197	925	247	170
48	200	98	450	148	700	198	950	248	195
49	225	99	475	149	725	199	975	249	219
1,0050	250	1,0100	500	1,0150	750	1,0200	5,000	1,0250	244

Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt
1,0251	5,268	1,0301	7,488	1,0351	8,706	1,0401	9,925	1,0451	11,119
252	292	302	512	352	731	402	950	452	142
253	316	303	536	353	756	403	975	453	166
254	341	304	560	354	780	404	10,000	454	190
255	365	305	584	355	804	405	023	455	214
256	389	306	609	356	828	406	047	456	238
257	413	307	633	357	853	407	071	457	261
258	438	308	657	358	877	408	095	458	285
259	463	309	681	359	901	409	119	459	309
1,0260	488	1,0310	706	1,0360	925	1,0410	142	1,0460	333
261	512	311	731	361	950	411	166	461	357
262	536	312	756	362	975	412	190	462	381
263	560	313	780	363	9,000	413	214	463	404
264	584	314	804	364	024	414	238	464	428
265	609	315	828	365	048	415	261	465	452
266	633	316	853	366	073	416	285	466	476
267	657	317	877	367	097	417	309	467	500
268	681	318	901	368	122	418	333	468	523
269	706	319	925	369	146	419	357	469	547
1,0270	731	1,0320	950	1,0370	170	1,0420	381	1,0470	571
271	756	321	975	371	195	421	404	471	595
272	780	322	8,000	372	219	422	428	472	619
273	804	323	024	373	244	423	452	473	642
274	828	324	048	374	268	424	476	474	666
275	853	325	073	375	292	425	500	475	690
276	877	326	097	376	316	426	523	476	714
277	901	327	122	377	341	427	547	477	738
278	925	328	146	378	365	428	571	478	761
279	950	329	170	379	389	429	595	479	785
1,0280	975	1,0330	195	1,0380	413	1,0430	619	1,0480	809
281	7,000	331	219	381	438	431	642	481	833
282	024	332	244	382	463	432	666	482	857
283	048	333	268	383	488	433	690	483	881
284	073	334	292	384	512	434	714	484	904
285	097	335	316	385	536	435	738	485	928
286	122	336	341	386	560	436	761	486	952
287	146	337	365	387	584	437	785	487	976
288	170	338	389	388	609	438	809	488	12,000
289	195	339	413	389	633	439	833	489	023
1,0290	219	1,0340	438	1,0390	657	1,0440	857	1,0490	047
291	244	341	463	391	681	441	881	491	071
292	268	342	488	392	706	442	904	492	095
293	292	343	512	393	731	443	928	493	119
294	316	344	536	394	756	444	952	494	142
295	341	345	560	395	780	445	976	495	166
296	365	346	584	396	804	446	11,000	496	190
297	389	347	609	397	828	447	023	497	214
298	413	348	633	398	853	448	047	498	238
299	438	349	657	399	877	449	071	499	261
1,0300	463	1,0350	681	1,0400	901	1,0450	095	1,0500	285

Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt	Spec. Gew.	Gehalt
10,501	12,309	1,0551	13,500	1,0601	14,690	1,0651	15,860	1,0701	17,022
502	333	552	523	602	714	652	883	702	045
503	357	553	547	603	738	653	907	703	067
504	381	554	571	604	761	654	930	704	090
505	404	555	595	605	785	655	953	705	113
506	428	556	619	606	809	656	976	706	136
507	452	557	642	607	833	657	16,000	707	158
508	476	558	666	608	857	658	023	708	181
509	500	559	690	609	881	659	046	709	204
1,0510	523	1,0560	714	1,0610	904	1,0660	070	1,0710	227
511	547	561	738	611	928	661	093	711	250
512	571	562	761	612	952	662	116	712	272
513	595	563	785	613	976	663	139	713	295
514	619	564	809	614	15,000	664	162	714	318
515	642	565	833	615	023	665	186	715	340
516	666	566	857	616	046	666	209	716	363
517	690	567	881	617	070	667	232	717	386
518	714	568	904	618	093	668	255	718	409
519	738	569	928	619	116	669	278	719	431
1,0520	761	1,0570	952	1,0620	139	1,0670	302	1,0720	17,454
521	785	571	976	621	162	671	325		
522	809	572	14,000	622	186	672	348		
523	833	573	023	623	209	673	371		
524	857	574	047	624	232	674	395		
525	881	575	071	625	255	675	418		
526	904	576	095	626	278	676	441		
527	928	577	119	627	302	677	464		
528	952	578	142	628	325	678	488		
529	976	579	166	629	348	679	511		
1,0530	13,000	1,0580	190	1,0630	371	1,0680	534		
531	023	581	214	631	395	681	557		
532	047	582	238	632	418	682	581		
533	071	583	261	633	441	683	604		
534	095	584	285	634	464	684	627		
535	119	585	309	635	488	685	650		
536	142	586	333	636	511	686	674		
537	166	587	357	637	534	687	697		
538	190	588	381	638	557	688	721		
539	214	589	404	639	581	689	744		
1,0540	238	1,0590	428	1,0640	604	1,0690	767		
541	261	591	452	641	627	691	790		
542	285	592	476	642	650	692	814		
543	309	593	500	643	674	693	837		
544	333	594	523	644	697	694	860		
545	357	595	547	645	721	695	883		
546	381	596	571	646	744	696	907		
547	404	597	595	647	767	697	930		
548	428	598	619	648	790	698	953		
549	452	599	642	649	814	699	976		
1,0550	476	1,0600	666	1,0650	837	1,0700	17,000		

18. Reduction der Aräometergrade von Baumé auf Zuckerprocente, auf das specifische Gewicht, auf das absolute Gewicht eines Quarts der Zuckerlösung und auf den Gehalt eines Quarts an Zucker und Wasser bei + 14° R.

Von Brix.

Aräometergrade nach Baumé	Zucker in Gewichtprocenten	Specif. Gewicht der Lösung	1 preuß. Quart wiegt Zollpfunde	1 preuß. Quart der Lösung enthält:		
				Zucker Zollpfunde	Wasser Zollpfunde	Wasser pro Quart
0	0,00	1,0000	2,2871	0,0000	2,2871	1,0900
1	1,80	1,0070	2,3031	0,0415	2,2616	0,9889
2	3,59	1,0141	2,3194	0,0833	2,2361	0,9777
3	5,39	1,0213	2,3358	0,1259	2,2099	0,9663
4	7,19	1,0286	2,3525	0,1692	2,1833	0,9546
5	9,00	1,0360	2,3694	0,2133	2,1561	0,9428
6	10,80	1,0435	2,3866	0,2578	2,1288	0,9308
7	12,61	1,0511	2,4040	0,3032	2,1008	0,9186
8	14,42	1,0588	2,4216	0,3492	2,0724	0,9061
9	16,23	1,0667	2,4397	0,3960	2,0437	0,8936
10	18,05	1,0746	2,4577	0,4436	2,0141	0,8806
11	19,87	1,0827	2,4762	0,4920	2,9842	0,8676
12	21,69	1,0909	2,4950	0,5412	2,9538	0,8543
13	23,52	1,0992	2,5140	0,5913	2,9227	0,8407
14	25,35	1,1077	2,5334	0,6422	2,8912	0,8269
15	27,19	1,1163	2,5531	0,6942	2,8589	0,8128
16	29,03	1,1250	2,5730	0,7469	1,8261	0,7984
17	30,87	1,1339	2,5933	0,8006	1,7927	0,7839
18	32,72	1,1429	2,6139	0,8553	1,7586	0,7689
19	34,58	1,1520	2,6347	0,9111	1,7236	0,7536
20	36,44	1,1613	2,6560	0,9679	1,6881	0,7381
21	38,30	1,1707	2,6775	1,0254	1,6511	0,7223
22	40,17	1,1803	2,6995	1,0844	1,6151	0,7062
23	42,05	1,1901	2,7219	1,1446	1,5773	0,6897
24	43,94	1,2000	2,7445	1,2059	1,5386	0,6727
25	45,83	1,2101	2,7676	1,2684	1,4992	0,6555
26	47,73	1,2203	2,7910	1,3321	1,4589	0,6379
27	49,63	1,2308	2,8150	1,3971	1,4179	0,6200
28	51,55	1,2414	2,8392	1,4636	1,3756	0,6015
29	53,47	1,2522	2,8639	1,5313	1,3326	0,5826
30	55,47	1,2632	2,8891	1,6026	1,2865	0,5625
31	57,34	1,2743	2,9145	1,6712	1,2433	0,5436
32	59,29	1,2857	2,9405	1,7434	1,1971	0,5234
33	61,25	1,2973	2,9671	1,8174	1,1497	0,5027
34	63,22	1,3091	2,9940	1,8928	1,1012	0,4815
35	65,20	1,3211	3,0215	1,9700	1,0515	0,4597
36	67,19	1,3333	3,0494	2,0489	1,0005	0,4374
37	69,19	1,3458	3,0780	2,1297	0,9483	0,4146
38	71,20	1,3585	3,1070	2,2122	0,8948	0,3912
39	73,23	1,3714	3,1365	2,2969	0,8396	0,3671
40	75,27	1,3846	3,1667	2,3836	0,7831	0,3424
41	77,32	1,3981	3,1976	2,4724	0,7252	0,3171
42	79,39	1,4118	3,2289	2,5634	0,6655	0,2910
43	81,47	1,4267	3,2630	2,6584	0,6046	0,2644
44	83,56	1,4400	3,2934	2,7520	0,5414	0,2367
45	85,68	1,4545	3,3266	2,8502	0,4764	0,2083

19. Tafel zur Berechnung des Alkoholgehaltes im Weingeist bei der hallymetrischen Bierprobe.

Corrigirt nach den Destillationsexperimenten mit Berücksichtigung des Extractgehaltes.

Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen
15	5,34		64	35,82	61	113	61,40	52
16	5,75	41	65	36,43	61	114	61,91	51
17	6,16	41	66	37,04	61	115	62,43	52
18	6,58	42	67	37,58	54	116	62,94	51
19	6,99	41	68	38,10	52	117	63,46	52
20	7,40	41	69	38,62	52	118	63,97	51
21	7,81	41	70	39,14	52	119	64,49	52
22	8,23	42	71	39,66	52	120	65,00	51
23	8,64	41	72	40,17	51	121	65,52	52
24	9,04	40	73	40,69	52	122	66,03	51
25	9,47	54	74	41,21	52	123	66,55	52
26	10,01	54	75	41,73	52	124	67,06	51
27	10,72	71	76	42,25	52	125	67,58	52
28	11,55	83	77	42,77	52	126	68,09	51
29	12,38	83	78	43,29	52	127	68,61	52
30	13,21	83	79	43,81	52	128	69,12	51
31	14,04	83	80	44,33	52	129	69,64	52
32	14,87	83	81	44,85	52	130	70,15	51
33	15,70	83	82	45,37	52	131	70,67	52
34	16,53	83	83	45,88	51	132	71,18	51
35	17,36	83	84	46,40	52	133	71,70	52
36	18,21	84	85	46,92	52	134	72,21	51
37	19,07	86	86	47,44	52	135	72,73	52
38	20,90	83	87	47,96	52	136	73,24	51
39	21,50	60	88	48,48	52	137	73,76	52
40	22,05	55	89	49,00	52	138	74,27	51
41	22,61	56	90	49,52	52	139	74,79	52
42	23,17	56	91	50,04	52	140	75,30	51
43	23,72	55	92	50,56	52	141	75,82	51
44	24,28	56	93	51,07	51	142	76,32	50
45	24,83	55	94	51,60	53	143	76,83	52
46	25,39	56	95	52,11	51	144	77,33	50
47	25,95	56	96	52,63	52	145	77,83	50
48	26,50	55	97	53,15	52	146	78,34	51
49	27,06	55	98	53,67	52	147	78,84	50
50	27,61	55	99	54,19	52	148	79,35	51
51	28,17	56	100	54,70	51	149	79,85	50
52	28,73	56	101	55,22	52	150	80,36	51
53	29,28	55	102	55,73	51	151	80,87	51
54	29,84	56	103	56,25	52	152	81,38	51
55	30,40	56	104	56,76	51	153	81,89	51
56	30,95	55	105	57,28	52	154	82,40	51
57	31,56	61	106	57,79	51	155	82,91	51
58	32,17	61	107	58,31	52	156	83,43	52
59	32,78	61	108	58,82	51	157	83,94	51
60	33,39	61	109	59,34	52	158	84,45	51
61	34,00	61	110	59,85	51	159	84,96	51
62	34,61	61	111	60,37	52	160	85,47	51
63	35,21	61	112	60,88	51	161	85,98	51

Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen	Weingeist der Salzlösung gegenüber	Alkoholgehalt	Differenzen
162	86,49	51	209	110,65	57	256	137,34	56
163	87,01	52	210	111,22	57	257	137,91	57
164	87,52	51	211	111,78	56	258	138,48	57
165	88,03	51	212	112,35	57	259	139,05	57
166	88,54	51	213	112,92	57	260	139,62	57
167	89,05	51	214	113,49	57	261	140,18	56
168	89,56	51	215	114,06	57	262	140,75	57
169	90,07	51	216	114,62	56	263	141,32	57
170	90,59	52	217	115,19	57	264	141,89	57
171	91,10	51	218	115,76	57	265	142,46	57
172	91,61	51	219	116,33	57	266	143,02	56
173	92,12	51	220	116,90	57	267	143,59	57
174	92,63	51	221	117,46	56	268	144,16	57
175	93,14	51	222	118,03	57	269	144,73	57
176	93,66	52	223	118,60	57	270	145,30	57
177	94,17	51	224	119,17	57	271	145,86	56
178	94,68	51	225	119,74	57	272	146,43	57
179	95,19	51	226	120,30	56	273	147,00	57
180	95,70	51	227	120,87	57	274	147,57	57
181	96,21	51	228	121,44	57	275	148,14	57
182	96,72	51	229	122,01	57	276	148,70	56
183	97,24	52	230	122,58	57	277	149,27	57
184	97,75	51	231	123,14	56	278	149,84	57
185	98,26	51	232	123,71	57	279	150,41	57
186	98,77	51	233	124,28	57	280	150,98	57
187	99,28	51	234	124,85	57	281	151,54	56
188	99,79	51	235	125,42	57	282	152,11	57
189	100,30	51	236	125,98	56	283	152,68	57
190	100,82	52	237	126,55	57	284	153,25	57
191	101,33	51	238	127,12	57	285	153,82	57
192	101,84	51	239	127,69	57	286	154,38	56
193	102,35	51	240	128,26	57	287	154,95	57
194	102,86	51	241	128,82	56	288	155,52	57
195	103,37	51	242	129,39	57	289	156,09	57
196	103,89	52	243	129,96	57	290	156,66	57
197	104,40	51	244	130,53	57	291	157,22	56
198	104,91	51	245	131,10	57	292	157,79	57
199	105,42	51	246	131,66	56	293	158,36	57
200	105,93	51	247	132,23	57	294	158,93	57
201	106,44	51	248	132,80	57	295	159,50	57
202	106,95	51	249	133,37	57	296	160,06	56
203	107,47	52	250	133,94	57	297	160,63	57
204	107,98	51	251	134,50	56	298	161,20	57
205	108,49	51	252	135,07	57	299	161,77	57
206	109,00	51	253	135,64	57	300	162,34	57
207	109,51	51	254	136,21	57			
208	110,08	57	255	136,78	57			

Etwaige Bruchtheile des Weingeistgehaltes werden mit der dem Weingeistgehalt entsprechenden Differenz multiplicirt und das Product zur entsprechenden ganzen Zahl des Alkoholgehaltes addirt.

20. Bestimmung der Eimerzahl vergohrenen Bieres, welche aus einem bayrischen Schäffel Gerste von 220 bis 260 Pfund Gewicht gebraut wurde.

Berechnet von Schafhäutl, hauptsächlich nach dem Probesude von Schenkbier im k. Hofbrauhaus in München unter der Leitung von Kaiser, Zierl und Pettenkofer am 27. Februar 1836.

Salzrückstand im Hallymeter in Gran.		2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
Würzegehalt des Bieres dem Salzrückstand gemäß in Procenten.		9,6	9,8	10,0	10,2	10,4	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,9	12,2	12,3
Zahl der Eimer Bier, welche aus einem Schäffel Gerste gebraut wurden, wovon der Schäffel wog	℔																	
	260	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,05	8,9	8,75	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85
	255	9,5	9,4	9,3	9,2	9,05	8,9	8,75	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7
	250	9,3	9,2	9,05	8,9	8,75	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5
	245	9,05	8,9	8,75	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3
	240	8,75	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,15
	235	8,5	8,4	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,15	7,1	VII
	230	8,3	8,2	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,25	7,15	7,1	VII	6,8	6,75
	225	8,05	7,9	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,25	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6
	220	7,85	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45
Würzegehalt des Bieres		8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6
Salzrückstand im Hallymeter in Gran		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5

Salzrückstand im Hallymeter in Gran.		11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
Würzegehalt des Bieres dem Salzrückstand gemäß in Procenten		12,4	12,5	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,5	13,7	13,8	13,9	14	14,2	14,4	14,6	14,7	14,8
Zahl der Eimer Bier, welche aus einem Schäffel Gerste gebraut wurden, wovon der Schäffel wog	℔																	
	260	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4
	255	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3
	250	7,4	7,3	7,2	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2
	245	7,2	7,15	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI
	240	7,1	VII	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9
	235	6,8	6,75	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8
	230	6,7	6,6	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7
	225	6,5	6,45	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6
	220	6,4	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,59	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5
Würzegehalt des Bieres		11,7	11,9	12,2	12,3	12,4	12,5	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,5	13,7	13,8	13,9	14	14,2
Salzrückstand im Hallymeter in Gran		9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	7

Salzrückstand im Hallymeter in Gran		19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26	26,5
Würzegehalt des Bieres dem Salzrückstand gemäß in Procenten		14,9	15	15,2	15,4	15,6	15,7	15,9	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8
Zahl der Eimer Bier, welche aus einem Schäffel Gerste gebraut wurden, wovon der Schäffel wog	℔															
	260	6,35	6,3	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55
	255	6,25	6,2	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5	5
	250	6,1	VI	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5			
	245	5,95	5,9	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5					
	240	5,85	5,8	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5							
	235	5,75	5,7	5,65	5,6	5,55	5,5									
	230	5,65	5,6	5,5												
	225	5,55	5,5													
	220															
Würzegehalt des Bieres		14,4	14,6	14,7	14,8	14,9	15	15,2	15,4	15,6	15,7	15,9				
Salzrückstand im Hallymeter in Gran		17,5	18	18,5	19	19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5				

Von 330 Gran Salz blieben zurück	Von 330 Gran Salz lösten sich auf	Entsprechende Wassermenge	Gesammtgehalt von 1000 Bier	Procentgehalt des Bieres an Weingeist und Ertract
6	324	900,00	100,00	10 %
7	323	897,22	102,78	$10^1/_1$%
8	322	894,44	105,56	$10^1/_2$%
9	321	891,66	108,34	$10^4/_5$%
10	320	888,88	111,12	11 %
11	319	896,11	113,89	$11^2/_5$%
12	318	889,33	116,67	$11^2/_3$%
13	317	880,55	119,45	12 %
14	316	877,77	122,23	$12^1/_4$%
15	315	875,00	125,00	$12^1/_2$%
16	314	872,22	127,78	$12^3/_4$%
17	313	869,44	130,56	13 %
18	312	866,66	133,34	$13^1/_3$%
19	311	863,88	136,12	$13^2/_3$%
20	310	861,11	138,89	$13^4/_5$%

Correction der Bruchtheile

Aufgelöstes Salz	Entsprechende Wassermenge
0,9	2,500
0,8	2,222
0,7	1,944
0,6	1,666
0,5	1,388
0,4	1,111
0,3	0,833
0,2	0,555
0,1	0,277

Diese Tafel gilt blos für das bayerische Brauverfahren. Der obere Kopf, welcher, wie der untere, aus zwei Rubriken: „Salzrückstände" ꝛc. und „Würzegehalt" ꝛc. besteht, bezieht sich auf den Gehalt des Bieres, welchen man bei Vermeidung aller Verluste erhalten muß, der untere dagegen nimmt Rücksicht darauf, wie der Gehalt des Bieres bei den gewöhnlichen Verlusten durch Verschütten, Verdunsten u. s. w. ausfällt und dient daher für die Praxis auf dem Lande, ohne den Brauern Unrecht zu thun. Sucht man im oberen, oder für die Praxis im unteren Kopf den Salzrückstand im Hallymeter und in der vordersten senkrechten Spalte das Gewicht, was die Gerste im laufenden Jahre wiegt, so findet man da, wo beide Spalten zusammentreffen, die Eimerzahl, welche aus 1 Schäffel gebraut wurde. Hat man die Prüfung des Bieres nicht mit dem Hallymeter, sondern durch Destillation des Weingeistes und Abdampfen des Ertractes bestimmt, so findet man den Salzgehalt aus nachstehender Tafel. Für die fehlenden Bruchtheile des Salzes hat man die treffenden Wassertheile aus der Correctionstafel zu addiren.

Zur Zeit, wo diese Tafel construirt wurde, braute man in München aus der leichten altbayrischen Gerste, welche im Durchschnitt 250 und selten über 265 Pfund wiegt. Da diese aber jetzt größtentheils durch fränkische verdrängt ist, so reicht dieselbe für die schwerere Gerste der besten Jahrgänge nicht aus. Die englische Gerste wiegt oft über 280 Pfd.

21. Gehalt der wässerigen Schwefelsäure an Schwefelsäurehydrat (SO_3, HO) und wasserfreier Schwefelsäure.

Von Bineau.

Bei 0° R. Procente an Säurehydrat	Bei 0° R. Procente an wasserfreier Säure	Aräometergrade nach Baumé	Spec. Gew.	Bei 12° R. Procente an Säurehydrat	Bei 12° R. Procente an wasserfreier Säure
5,1	4,2	5°	1,036	5,4	4,5
10,3	8,4	10,0	1,075	10,9	8,9
15,3	12,7	15,0	1,116	16,3	13,3
21,2	17,3	20,0	1,161	22,4	18,3
27,2	22,2	25,0	1,209	28,3	23,1
33,6	27,4	30,0	1,262	34,8	28,4
37,6	30,7	33,0	1,296	38,9	31,8
40,4	33,0	35,0	1,320	41,6	34,0
41,7	34,1	36,0	1,332	43,0	35,1
43,1	35,2	37,0	1,345	44,3	36,2
44,5	36,3	38,0	1,357	45,5	37,2
45,9	37,5	39,0	1,370	46,9	38,3
47,3	38,6	40,0	1,383	48,4	39,5
48,7	39,7	41,0	1,397	49,9	40,7
50,5	40,8	42,0	1,410	51,2	41,8
51,4	41,9	43,0	1,424	52,5	42,9
52,8	43,1	44,0	1,438	54,0	44,1
54,3	44,3	45,0	1,453	55,4	45,2
55,7	45,5	46,0	1,468	56,9	46,4
57,1	46,6	47,0	1,483	58,2	47,5
58,5	47,8	48,0	1,498	59,6	48,7
60,0	49,0	49,0	1,514	61,1	50,5
61,4	50,1	50,0	1,530	62,6	51,1
62,9	51,3	51,0	1,546	63,9	52,2
64,4	52,6	52,0	1,563	65,4	53,4
65,9	53,8	53,0	1,580	66,9	54,6
67,4	55,0	54,0	1,597	68,4	55,8
68,9	56,2	55,0	1,615	70,0	57,1
70,5	57,5	56,0	1,634	71,6	58,4
72,1	58,8	57,0	1,652	73,2	59,7
73,6	60,1	58,0	1,671	74,7	61,0
75,2	61,4	59,0	1,691	76,3	62,3
76,9	62,8	60,0	1,711	78,0	63,6
78,6	64,2	61,0	1,732	79,8	65,1
80,4	65,7	62,0	1,753	81,7	66,7
82,4	67,2	63,0	1,774	83,9	68,5
84,6	69,0	64,0	1,796	86,3	70,4
87,4	71,3	65,0	1,819	89,5	73,0
89,1	72,2	65,5	1,830	91,8	74,9
90,4	73,8	65,8	1,837	94,5	77,1
91,3	74,5	66,0	1,842	100	81,6
92,5	75,5	66,2	1,846		
95,0	77,5	66,4	1,852		
100,0	81,6	66,6	1,857		

22. Die specifischen Gewichte und Säureprocente der verdünnten Schwefelsäure bei 12,4° R. nach Parkes.

Die Punkte bezeichnen die Resultate angestellter Wägungen, die übrigen Zahlen sind berechnet.

100 Th Säure v. 1,8494 verdünnt mit Wasser	Specif. Gewicht des Gemisches	Säureprocente	100 Th. Säure v. 1,8494 verdünnt mit Wasser	Specif. Gewicht des Gemisches	Säureprocente	100 Th. Säure v. 1.8494 verdünnt mit Wasser	Specif. Gewicht des Gemisches	Säureprocente	100 Th. Säure v. 1,8494 verdünnt mit Wasser	Specif. Gewicht des Gemisches	Säureprocente
·1	1,8484	99,009	47	1,5761	68,027	93	1,4013	51,813	390	1,1426	20,408
·2	1,8465	98,039	48	1,5703	67,567	·94	1,3984	51,546	400	1,1388	20,000
·3	1,8445	97,087	49	1,5645	67,114	95	1,3955	51,282	·420	1,1328	19,230
·4	1,8415	96,135	50	1,5585	66,666	96	1,3926	51,020	440	1,1279	18,518
5	1,8387	95,238	51	1,5526	66,225	97	1,3906	50,761	·460	1,1240	17,857
6	1,8358	94,339	52	1,5478	65,789	98	1,3886	50,505	480	1,1181	17,241
·7	1,8319	93,457	53	1,5429	65,359	99	1,3867	50,526	·500	1,1132	16,666
8	1,8270	92,509	·54	1,5390	64,935	·100	1,3848	50,000	·550	1,1054	15,384
9	1,8222	91,743	55	1,5351	64,516	105	1,3730	48,780	·600	1,0966	14,285
·10	1,8163	90,909	56	1,5312	64,102	·110	1,3632	47,619	·650	1 0898	13,333
11	1,8104	90,090	57	1,5273	63,694	115	1,3535	46,511	·700	1,0839	12,500
12	1,8046	89,285	58	1,5234	63,291	·120	1,3437	45,454	·750	1,0781	11,764
13	1,7988	88,495	59	1,5195	62,893	125	1,3359	44,444	·800	1,0732	11,111
14	1,7929	87,719	60	1,5156	62,500	·130	1,3281	43,478	·850	1,0693	10,526
·15	1,7880	86,956	61	1,5117	62,111	135	1,3203	42,553	·900	1,0664	10,000
16	1,7821	86,206	62	1,5078	61,728	·140	1,3125	41,666	·950	1,0625	9,523
17	1,7744	85,470	63	1,5039	61,349	145	1,3056	40,816	·1000	1,0602	9,090
18	1,7666	84,745	64	1,5000	60,975	·150	1,2988	40,000	·1100	1 0546	8,333
19	1,7588	84,033	65	1,4960	60,606	155	1,2919	39,215	·1200	1,0507	7,692
20	1,7510	83,333	66	1,4921	60,240	·160	1,2851	38,461	·1300	1,0488	7,142
·21	1,7431	82,644	67	1,4843	59,880	165	1,2783	37,735	·1400	1,0458	6,666
22	1,7353	81,967	68	1,4882	59,523	170	1,2724	37,037	·1500	1,0429	6,250
23	1,7275	81,300	69	1,4804	59,171	175	1,2676	36,363	1600	1,0390	5,882
24	1,7207	80,645	·70	1,4765	58,823	·180	1,2627	35,714	1700	1,0370	5.555
25	1,7138	80,000	71	1,4726	58,481	185	1,2568	35,087	·1800	1,0351	5,263
26	1,7070	79,365	72	1,4687	58,139	190	1,2520	34,482	1900	1,0337	5,000
27	1,7002	78,740	73	1,4648	57,803	195	1,2470	33,898	·2000	1,0322	4,761
28	1,6933	78,125	74	1,4609	57,471	·200	1,2421	33,333	·2250	1,0283	4,255
29	1,6865	77,519	75	1,4570	57,142	210	1,2343	32,258	·2500	1,0254	3,846
30	1,6796	76,923	76	1,4531	56,818	·220	1,2265	31,250	·2750	1,0234	3,508
31	1,6728	76,335	77	1,4502	56,497	230	1,2187	30,303	·3000	1,0214	3,225
32	1,6660	75,757	.78	1,4473	56,179	·240	1,2129	29,411	·3500	1,0185	2,777
·33	1,6582	75,187	79	1,4433	55,865	250	1,2060	28,571	·4000	1,0166	2,439
34	1,6523	74,626	80	1,4395	55,555	260	1,1992	27,777	·4500	1,0146	2,173
35	1,6464	74,074	81	1,4365	55.248	270	1,1933	27,027	·5000	1,0127	1,060
36	1,6406	73,529	82	1,4336	54,945	·280	1,1875	26,315	·5500	1,0117	1,785
37	1,6348	72,992	83	1,4306	54,644	·290	1,1825	25,641	·6000	1,0107	1,639
38	1,6289	72,463	84	1,4276	54,374	300	1,1776	25,000	·6500	1,0102	1,515
39	1,6230	71,942	85	1,4257	54,054	310	1,1728	24,390	·7000	1,0098	1,408
·40	1,6171	71,428	86	1,4218	53,763	320	1,1679	23,809	7500	1,0093	1,315
41	1,6113	70,921	87	1,4189	53,475	330	1,1630	23,255	·8000	1,0088	1,234
42	1,6054	70,422	88	1,4169	53,191	340	1,1582	22,727	8500	1,0083	1,162
43	1,5995	69,930	89	1,4130	52,910	350	1,1552	22,222	·9000	1,0078	1,098
44	1,5937	69,444	90	1,4101	52,631	360	1,1523	21,739	9500	1,0073	1,041
·45	1,5879	68,965	91	1,4072	52,536	370	1,1494	21,276	10000	1,0068	0,990
46	1,5820	68,493	92	1,4042	52,083	·380	1,1464	20,833			

23. Gehalt der wässrigen Salzsäure an starker Säure, Salzsaurem Gas und Chlor.

Von Ure.

Säure v. 1,20 in 100 Theilen	Specif. Gewicht	Chlorgehalt	Salzsaures Gas.	Säure v. 1,20 in 100 Theilen	Specif. Gewicht	Chlorgehalt	Salzsaures Gas.
1	1,0020	0,397	0,408	51	1,1020	20,235	20,796
2	1,0040	0,795	0,816	52	1,1041	20,632	21,203
3	1,0060	1,191	1,124	53	1,1061	21,028	21,611
4	1,0080	1,588	1,631	54	1,1082	21,425	22,019
5	1,0100	1 984	2,039	55	1 1102	21,822	22,426
6	1,0120	2,381	2,447	56	1,1123	22,218	22,834
7	1.0140	2,778	2 854	57	1,1143	22,615	23,242
8	1,0160	3,174	3,262	58	1,1164	23,012	23,650
9	1,0180	3,571	3,670	59	1,1185	23,408	24.058
10	1,0200	3,968	4,078	60	1,1206	23,805	24,466
11	1,0220	4,362	4,486	61	1,1226	24.202	24,874
12	1,0239	4,762	4,893	62	1,1247	24,599	25,282
13	1,0259	5,158	5,301	63	1,1267	24 996	25.690
14	1,0279	5 554	5,709	64	1,1287	25,392	26,098
15	1,0298	5,951	6,116	65	1,1308	25,789	26,505
16	1,0318	6,348	6,524	66	1,1328	26,186	26,913
17	1 0337	6,745	6,932	67	1.1349	26,583	27,321
18	1,0357	7,141	7,340	68	1,1369	26,979	27,728
19	1 0377	7,538	7,747	69	1,1389	27,376	28,136
20	1,0397	7,935	8,155	70	1,1410	27,772	28,544
21	1,0417	8,332	8,563	71	1,1431	28,171	28,951
22	1,0437	8.729	8,971	72	1,1452	28,567	29,349
23	1.0457	9,126	9,379	73	1,1473	28,964	29,767
24	1,0477	9,522	9.786	74	1,1494	29,361	30,174
25	1,0497	9.919	10,194	75	1,1515	29,757	30,582
26	1,0517	10,316	10.602	76	1,1537	30,153	30,990
27	1,0537	10,712	11,010	77	1,1557	30,550	31,398
28	1.0557	11,109	11 418	78	1,1578	30,946	31,805
29	1.0577	11,506	11 825	79	1,1599	31,343	32,213
30	1,0597	11,903	12,233	80	1,1620	31,746	32,621
31	1,0617	12,300	12,641	81	1,1641	32 136	33,029
32	1,0637	12,697	13,049	82	1.1661	32 535	33,437
33	1,0657	13,094	13,456	83	1,1681	32,931	33,845
34	1,0677	13,490	13,863	84	1,1701	33,328	34,252
35	1,0697	13,887	14,712	85	1,1721	33,724	34,660
36	1.0718	14 284	14.679	86	1,1741	34,121	35,068
37	1,0738	14,680	15,087	87	1,1762	34,517	35,476
38	1,0758	15,077	15,494	88	1,1782	34,913	35.884
39	1,0778	15,474	15,902	89	1,1802	35,310	36,292
40	1,0798	15.870	16,310	90	1,1822	35,707	36,700
41	1,0818	16,267	16,718	91	1,1846	36,107	37,108
42	1,0838	16,664	17,126	92	1,1857	36,503	37,516
43	1,0859	17,060	17,534	93	1,1875	36,900	37.923
44	1,0879	17 457	17,941	94	1,1893	37,296	38,330
45	1,0899	17,854	18,349	95	1,1910	37,692	38,738
46	1,0919	18,250	18,757	96	1,1928	38,089	39,146
47	1,0939	18,647	19,165	97	1,1946	38,485	39,554
48	1,0960	19,044	19,572	98	1,1964	38,882	39,961
49	1,0980	19,440	19,980	99	1,1982	39,278	40,369
50	1,0000	19,837	20,388	100	1,2000	39,675	40,777

24. Gehalt der wässerigen Salpetersäure an wasserfreier Säure.

Von Ure.

Specif. Gewicht	Säureprocente	Specif. Gewicht	Säureprocente	Specif. Gewicht	Säureprocente
1,005	0,8	1,202	27,9	1,394	55,0
1,011	1,6	1,208	28,7	1,398	55,8
1,016	2,4	1,215	29,5	1,402	56,6
1,021	3,2	1,221	30,3	1,406	57,4
1,027	4,0	1,228	31,1	1,411	58,2
1,032	4,8	1,234	31,9	1,415	59,0
1,037	5,6	1,240	32,7	1,419	59,8
1,043	6,4	1,246	33,5	1,423	60,6
1,048	7,2	1,252	34,3	1,427	61,4
1,054	8,0	1,258	35,1	1,431	62,2
1,059	8,8	1,246	35,9	1,435	63,0
1,065	9,6	1,270	36,7	1,439	63,8
1,071	10,4	1,276	37,5	1,442	64,5
1,076	11,2	1,283	38,3	1,446	65,3
1,082	11,9	1,289	39,0	1,450	66,1
1,088	12,7	1,295	39,8	1,453	66,9
1,093	13,5	1,300	40,6	1,457	67,7
1,099	14,3	1,306	41,4	1,460	68,5
1,105	15,1	1,311	42,2	1,464	69,3
1,111	15,9	1,316	43,0	1,467	70,1
1,117	16,7	1,322	43,8	1,470	70,9
1,123	17,5	1,327	44,6	1,473	71,7
1,129	18,3	1,332	45,4	1,476	72,5
1,134	19,1	1,338	46,2	1,479	73,2
1,140	19,9	1,343	47,0	1,482	74,1
1,146	20,7	1,348	47,8	1,485	74,9
1,153	21,5	1,353	48,6	1,488	75,7
1,159	22,3	1,358	49,4	1,491	76,5
1,165	23,1	1,363	50,2	1,494	77,3
1,171	23,9	1,368	51,1	1,496	78,1
1,177	24,7	1,373	51,8	1,498	78,9
1,183	25,5	1,378	52,6	1,500	79,7
1,189	26,3	1,383	53,4		
1,196	27,1	1,388	54,2		

25. Gehalt der wässerigen Phosphorsäure an wasserfreier Säure.

Von Meißner.

Spec. Gew.	Säureprocente dem Gewicht nach
1,10	10
1,23	20
1,39	30
1,60	40
1,85	50

26. Gehalt einer verdünnten Essigsäure an wasserfreier Säure nach dem specifischen Gewicht bei 12° R.

Von A. van der Torn.

Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.
0	1,0000	29	1,0472	58	1,0740
1	1,0019	30	1,0485	59	1,0745
2	1,0037	31	1,0498	60	1,0749
3	1,0055	32	1,0510	61	1,0753
4	1,0072	33	1,0522	62	1,0756
5	1,0089	34	1,0537	63	1,0759
6	1,0107	35	1,0546	64	1,0762
7	1,0124	36	1,0558	65	1,0764
8	1,0141	37	1,0569	66	1,0765
9	1,0159	38	1,0580	67	1,0766
10	1,0177	39	1,0591	68	1,0766
11	1,0194	40	1,0601	69	1,0766
12	1,0211	41	1,0611	70	1,0765
13	1,0228	42	1,0621	71	1,0763
14	1,0245	43	1,0631	72	1,0759
15	1,0261	44	1,0640	73	1,0754
16	1,0277	45	1,0649	74	1,0748
17	1,0293	46	1,0658	75	1,0741
18	1,0310	47	1,0667	76	1,0732
19	1,0326	48	1,0675	77	1,0722
20	1,0342	49	1,0683	78	1,0710
21	1,0358	50	1,0691	79	1,0696
22	1,0373	51	1,0698	80	1,0681
23	1.0389	52	1,0705	81	1,0664
24	1,0404	53	1,0711	82	1,0646
25	1,0419	54	1,0717	83	1,0626
26	1,0433	55	1,0723	84	1,0603
27	1,0447	56	1,0729	85	1,0574
28	1,0460	57	1,0735	85,11	1,0570

27. Gehalt einer Kaliauflösung an trocknem Kali nach dem spec. Gewicht.

Nach Dalton. Nach Trünnermann bei 12° R.

Spec. Gew.	Kaliprocente	Siedepunkt nach Celsius	Spec. Gew.	Kaliprocente	Spec. Gew.	Kaliprocente
2,40	39,9	129,5°	1,3300	28,290	1,1437	14,145
2,20	36,8	123,9	1,3131	27,158	1,1308	13,013
1,42	34,4	118,3	1,2966	26,027	1,1182	11,882
1,39	32,4	115,5	1,2805	24,895	1,1059	10,750
1,36	29,4	112,2	1,2648	23,764	1,0938	9,619
1,33	26,3	109,4	1,2493	22,632	1,0819	8,487
1,28	23,4	106,6	1,2342	21,500	1,0703	7,355
1,23	19,5	104,4	1,2268	20,935	1,0589	6,224
1,19	16,2	103,3	1,2122	19,803	1,0478	5,002
1,15	13,0	101,7	1,1979	18,671	1,0369	3,961
1,11	9,5	101,1	1,1839	17,540	1,0260	2,829
1,06	4,7	100,5	1,1702	16,408	1,0153	1,697
			1,1568	15,277	1,0050	0,5658

*

28. Gehalt einer Auflösung von einfach kohlensaurem Kali an trocknem Salz bei 12° R.

Nach Tünnermann.

Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente
1,4812	40,504	1,3585	30,349	1,2282	19,580	1,0940	8,811
1,4750	40,139	1,3480	29,360	1,2150	18,601	1,0829	7,832
1,4626	39,160	1,3378	28,391	1,2020	17,622	1,0719	6,853
1,4504	38,181	1,3277	27,412	1,1892	16,643	1,0611	5,874
1,4384	37,202	1,3177	26,432	1,1766	15,664	1,0505	4,895
1,4265	36,223	1,3078	25,454	1,1642	14,685	1,0401	3,916
1,4147	35,244	1,2980	24,475	1,1520	13,706	1,0299	2,934
1,4030	34,265	1,2836	23,496	1,1400	12,727	1,0108	1,958
1,3915	33,286	1,2694	22,517	1,1282	11,748	1,0098	0,979
1,3803	32,307	1,2554	21,538	1,1166	10,769	1,0048	0,489
1,3662	31,328	1,2417	20,539	1,1052	9,790		

29. Gehalt einer Natronauflösung an trocknem Natron bei 12° R.

Nach Tünnermann.

Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente
1,4285	30,220	1,3198	22,363	1,2393	15,110	1,1042	7,253
1,4193	29,616	1,3143	21,894	1,2280	14,506	1,0948	6,648
1,4101	29,011	1,3125	21,768	1,2178	13,901	1,0855	6,044
1,4011	28,407	1,3053	21,654	1,2058	13,297	1,0764	5,440
1,3923	27,802	1,2982	20,550	1,1948	12,692	1,0675	4,835
1,3836	27,200	1,2912	19,945	1,1841	12,088	1,0587	4,231
1,3751	26,594	1,2843	19,341	1,1734	11,484	1,0500	3,626
1,3668	25,989	1,2775	18,730	1,1630	10,879	1,0414	3,022
1,3586	25,385	1,2708	18,132	1,1528	10,275	1,0330	2,418
1,3505	24,780	1,2642	17,528	1,1428	9,670	1,0246	1,813
1,3426	24,176	1,2578	16,923	1,1330	9,066	1,0163	1,209
1,3349	23,572	1,2515	16,319	1,1233	8,462	1,0081	0,604
1,3273	22,967	1,2453	15,714	1,1137	7,857	1,0040	0,302

30. Gehalt einer Auflösung von einfach kohlensaurem Natron an trocknem Salz bei 12° R.

Nach Tünnermann.

Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente	Spec. Gew.	Procente
1,1816	14,880	1,1308	11,160	1,0847	7,440	1,0410	3,720
1,1748	14,508	1,1261	10,788	1,0802	6,768	1,0368	3,348
1,1698	14,136	1,1214	10,416	1,0757	6,396	1,0327	2,976
1,1648	13,764	1,1167	10,044	1,0713	6,324	1,0286	2,504
1,1598	13,392	1,1120	9,672	1,0669	5,972	1,0245	2,232
1,1549	13,020	1,1074	9,300	1,0625	5,580	1,0204	1,850
1,1500	12,648	1,1028	8,928	1,0578	5,208	1,0163	1,488
1,1452	12,276	1,0982	8,556	1,0537	4,836	1,0121	1,116
1,1404	11,904	1,0937	8,184	1,0494	4,464	1,0081	0,744
1,1356	11,532	1,0892	7,212	1,0452	4,092	1,0040	0,472

31. Umwandlung gegebener Mengen

von kohlensaurem Kali

entsprechende Mengen von Kali und Kalihydrat.

Kohlensaures Kali	Kalihydrat	Kali	Kohlensaures Kali	Kalihydrat
1	0,81	34,78	51	41,45
2	1,62	35,46	52	42,26
3	2,44	36,14	53	43,07
4	3,25	36,82	54	43,88
5	4,06	37,50	55	44,69
6	4,87	38,18	56	45,51
7	5,69	38,86	57	46,32
8	6,50	39,54	58	47,14
9	7,31	40,24	59	47,95
10	8,13	40,90	60	48,76
11	8,94	41,58	61	49,57
12	9,75	42,26	62	50,38
13	10,56	42,94	63	51,29
14	11,37	43,62	64	52,01
15	12,18	44,30	65	52,82
16	12,99	44,98	66	53,63
17	13,80	45,66	67	54,45
18	14,61	46,34	68	55,26
19	15,42	47,02	69	56,07
20	16,26	47,70	70	55,89
21	17,07	48,38	71	57,70
22	17,88	49,06	72	58,51
23	18,69	49,74	73	59,32
24	19,50	50,42	74	60,13
25	20,31	51,10	75	60,94
26	21,12	51,78	76	61,75
27	21,93	52,46	77	62,56
28	22,74	53,14	78	63,37
29	23,55	53,87	79	64,19
30	24,39	54,56	80	65,02
31	25,20	55,24	81	65,83
32	26,01	55,92	82	66,64
33	26,82	56,60	83	67,46
34	27,63	57,28	84	68,27
35	28,44	57,96	85	69,09
36	29,25	58,64	86	69,90
37	30,06	59,32	87	70,71
38	30,87	60,00	88	71,52
39	31,68	60,68	89	72,33
40	32,52	61,36	90	73,15
41	33,33	62,05	91	73,96
42	34,14	62,73	92	74,77
43	34,95	63,41	93	75,58
44	35,76	64,09	94	76,40
45	36,57	64,77	95	77,21
46	37,38	65,45	96	78,02
47	38,19	66,13	97	78,83
48	39,00	66,81	98	79,64
49	39,81	67,49	99	80,45
50	40,64	68,20	100	81,28

von Kali

in Kalihydrat und kohlensaures Kali.

Kalihydrat	Kali	Kohlensaures Kali	Kalihydrat	Kali	Kohlensaures Kali
1,19	1	1,47	51,20	43	63,07
2,38	2	2,93	52,39	44	64,54
3,58	3	4,40	53,58	45	66,00
4,76	4	5,87	54,77	46	67,47
5,95	5	7,33	55,96	47	68,94
7,14	6	8,80	57,15	48	70,40
8,33	7	10,27	58,34	49	71,87
9,52	8	11,73	59,53	50	73,34
10,72	9	13,20	60,72	51	74,80
11,91	10	14,67	61,91	52	76,27
13,10	11	16,13	63,10	53	77,74
14,29	12	17,60	64,29	54	79,20
15,48	13	19,07	65,48	55	80,67
16,67	14	20,53	66,67	56	82,14
17,86	15	22,00	67,86	57	83,60
19,05	16	23,47	68,05	58	86,07
20,24	17	24,93	70,25	59	86,54
21,43	18	26,40	71,44	60	88,00
22,62	19	27,87	72,63	61	89,47
23,81	20	29,33	73,82	62	90,94
25,00	21	30,85	75,01	63	92,40
26,19	22	32,27	76,20	64	93,87
27,38	23	33,73	77,39	65	95,34
28,57	24	35,20	78,58	66	96,80
29,76	25	36,67	79,77	67	98,27
30,96	26	38,13	80,96	68	99,74
32,15	27	39,60	82,15	69	
33,34	28	41,07	83,34	70	
34,53	29	42,53	84,53	71	
35,72	30	44,00	85,72	72	
36,91	31	45,47	86,91	73	
38,10	32	46,97	88,10	74	
39,29	33	48,40	89,29	75	
40,48	34	49,87	90,49	76	
41,67	35	51,34	91,68	77	
42,86	36	52,80	92,87	78	
44,05	37	54,27	94,06	79	
45,24	38	55,74	95,25	80	
46,43	39	57,20	96,44	81	
47,62	40	58,07	97,63	82	
48,81	41	60,14	98,82	83	
50,00	42	61,60	100,01	84	

32. Umwandlung gegebener Mengen von kohlensaurem Natron in entsprechende Mengen von Natron und Natronhydrat.

Natron	Kohlensaures Natron	Natronhydrat	Natron	Kohlensaures Natron	Natronhydrat
0,59	1	0,75	29,94	51	38,50
1,17	2	1,51	30,52	52	39,26
1,76	3	2,26	31,11	53	40,01
2,35	4	3,02	31,70	54	40,77
2,93	5	3,77	32,28	55	41,52
3,52	6	4,53	32,86	56	42,28
4,11	7	5,28	33,45	57	43,03
4,69	8	6,04	34,04	58	43,79
5,28	9	6,79	34,63	59	44,54
5,87	10	7,55	35,22	60	45,30
6,46	11	8,30	35,81	61	46,05
7,04	12	9,06	36,40	62	46,81
7,63	13	9,81	36,98	63	47,56
8,22	14	10,57	37,57	64	48,32
8,81	15	11,32	38,16	65	49,07
9,39	16	12,08	38,74	66	49,83
9,98	17	12,83	39,33	67	50,58
10,57	18	13,59	39,91	68	51,34
11,15	19	14,35	40,50	69	52,09
11,74	20	15,11	41,09	70	52,85
12,33	21	15,86	41,68	71	53,60
12,91	22	16,62	42,26	72	54,36
13,50	23	17,37	42,85	73	55,11
14,09	24	18,13	43,44	74	55,87
14,68	25	18,88	44,02	75	56,62
15,26	26	19,64	44,61	76	57,38
15,85	27	20,39	45,20	77	58,13
16,44	28	21,17	45,79	78	58,89
17,03	29	21,91	46,37	79	59,64
17,61	30	22,65	46,96	80	60,40
18,21	31	23,40	47,55	81	61,15
18,80	32	24,16	48,13	82	61,91
19,38	33	24,91	48,72	83	62,66
19,97	34	25,67	49,31	84	63,42
20,56	35	26,42	49,90	85	64,17
21,14	36	27,17	50,49	86	64,93
21,73	37	27,93	51,07	87	65,68
22,32	38	28,69	51,66	88	66,44
22,90	39	29,44	52,25	89	67,19
23,48	40	30,20	52,83	90	67,95
24,07	41	30,95	53,42	91	68,70
24,66	42	31,71	54,00	92	69,46
25,24	43	32,46	55,59	93	70,21
25,83	44	33,21	55,17	94	70,97
26,41	45	33,96	55,76	95	71,72
27,00	46	34,71	56,35	96	72,48
27,59	47	35,47	56,93	97	73,23
28,17	48	36,23	57,52	98	73,99
28,75	49	36,99	58,10	99	74,74
29,35	50	37,75	58,70	100	75,50

33. Gehalt der Ammoniakflüssigkeit an Ammoniak nebst Angabe der nöthigen Wasserzusätze, um dieselbe auf die zur Prüfung des Essigs nöthige Verdünnung zu bringen.

Von Otto.

Aetzammoniakflüssigkeit,		Um 1000 Theile Probeflüssigkeit von 1,369 % Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich		Aetzammoniakflüssigkeit,		Um 1000 Theile Probeflüssigkeit von 1,369 % Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich	
welche in 100 an Ammoniak enthält	zeigt ein spec. Gew. von	an Ammoniakflüssigkeit	an Wasser	welche in 100 an Ammoniak enthält	zeigt ein spec. Gew. von	an Ammoniakflüssigkeit	an Wasser
12,000	0,9517	114,08	886,02	8,500	0,9650	161,0	839,0
11,875	0,9521	115,3	884,7	8,375	0,9654	163,5	836,5
11,750	0,9526	116,5	883,5	8,250	0,9659	166,0	834,0
11,625	0,9531	117,8	882,2	8,125	0,9664	168,5	831,5
11,500	0,9536	119,0	881,0	8,000	0,9669	171,0	829,0
11,375	0,9540	120,0	880,0	7,875	0,9673	173,8	826,2
11,250	0,9545	121,7	878,3	7,750	0,9678	176,6	823,4
11,125	0,9550	123,0	877,0	7,625	0,9683	179,5	820,5
11,000	0,9555	124,5	875,5	7,500	0,9688	182,5	817,5
10,954	0,9556	125,0	875,0	7,375	0,9692	185,6	814,4
10,875	0,9559	126,0	874,0	7,250	0,9697	188,8	811,2
10,750	0,9564	127,3	872,7	7,125	0,9702	192,0	808,0
10,625	0,9569	129,0	871,0	7,000	0,9707	195,6	804,4
10,500	0,9574	130,4	869,6	6,875	0,9711	199,0	801,0
10,375	0,9578	132,0	868,0	6,750	0,9716	202,8	797,2
10,250	0,9583	133,5	866,5	6,625	0,9721	206,6	793,4
10,125	0,9588	135,0	865,0	6,500	0,9726	210,6	789,4
10,900	0,9593	137,0	863,0	6,375	0,9730	214,7	785,3
9,875	0,9597	138,6	861,4	6,250	0,9735	219,0	781,0
9,750	0,9602	140,4	859,6	6,125	0,9740	223,5	776,5
9,625	0,9607	142,2	857,8	6,000	0,9745	228,0	772,0
9,500	0,9612	144,0	856,0	5,875	0,9749	233,0	767,0
9,375	0,9616	146,0	854,0	5,750	0,9754	238,0	762,0
9,250	0,9621	148,0	852,0	5,625	0,9759	243,4	756,6
9,125	0,9626	150,0	850,0	5,500	0,9765	249,0	751,0
8,000	0,9631	152,0	848,0	5,375	0,9768	254,7	745,3
8,875	0,9636	154,0	846,0	5,250	0,9773	260,8	739,2
8,750	0,9641	156,4	843,6	5,125	0,9778	267,0	733,0
8,625	0,9645	158,7	841 3	5,000	0,9783	273,8	926,2

Hat z. B. die vorräthige Ammoniakflüssigkeit 0,971 spec. Gewicht, so sucht man diese Zahl oder die ihr nächstkommende in der 2ten Spalte. In der 3ten und 4ten steht, daß man 199 Gewichttheile davon mit 801 Wasser zu mischen hat, um eine Flüssigkeit von 1,369 % herzustellen.

34. Gehalt der Ammoniakflüssigkeit an Ammoniak.

Von Davy.

Spec. Gew.	Procente Ammoniak	Spec. Gew	Procente Ammoniak
0,8720	32,5	0,9476	13,46
0,8875	29,25	0,9513	12,40
0,9000	26,00	0,9545	11,56
0,9054	25,37	0,9597	10,82
0,9166	22,07	0,9619	10,17
0,9255	19,54	0,9619	9,60
0,9326	17,52	0,9692	9,50
0,9285	15,88	0,9639	9,09
0,9435	14,53	0,9713	7,17

35. Härte der Metalle und einiger Legirungen.

Jedes der genannten Metalle wird von dem nachfolgenden geritzt. Die beistehenden 10 Ziffern bedeuten die 10 Härtegrade der Mineralogen, nämlich 1. Talk-, 2. Gyps-, 3. Kalkspath-, 4. Flußspath-, 5. Apatit-, 6. Feldspath-, 7. Quarz-, 8. Topas-, 9. Sapphir-, 10. Diamanthärte:

1. Kalium	0	22. Schmiedbares Messing	3—4
2. Natrium	1	23. Kanonenmetall	3—4
3. Thallium	1	24. Glockenspeise	4—5
4. Molybdän	1—2	25. Neusilber	4—5
5. Blei	2—3	26. Nickel	4—5
6. Zinn	2—3	27. Reines Eisen	4—5
7. Wismuth	2—3	28. Ausgeglühtes Gußeisen	4—5
8. Cadmium	2—3	29. Platin	4—5
9. Tellur	2—3	30. Stabeisen	4—5
10. Gold	2—3	31. Spiegelmetall	4—5
11. Silber	2—3	32. 100 Gußeisen u. 20 Stabeisen	6
12. Aluminium	2—3	33. Kobalt	6
13. Zink	3	34. Graues Roheisen	6
14. Palladium	3—4	35. Weißes „	9
15. Antimon	3—4	36. Steyerischer Stahl	9—10
16. Arsenik	3—4	37. Englischer Stahl	9—10
17. Kupfer	3—4	38. Chrom	9—10
18. Messingdraht	3—4	39. Titan	9—10
19. „ Blech	3—4	40. Mangan	10
20. „ Guß	3—4	41. Osmium-Iridium	10
21. Wolfram	3—4		

36. Härte der Metalle und Metallmischungen.

Von Calvert und Johnson.

Dieselbe wurde bestimmt durch Aufdrücken eines Stahlkegels mit abgestumpfter Spitze durch Auflegen von so viel Gewicht, als hinreichte, in 1/2 Stunde einen Eindruck von 3,5 Millimeter Tiefe zu bewirken.

Nr.	Art des Metalls	Druck Pfund	Vergleichungszahlen	
			Roheisen = 1000	Blei = 1
1	Roheisen (Staffordshire, graues Nr. 3, kalt erblasen . .	4354	1000	64,0
2	Stahl (ungehärtet)	4173	958	61,4
3	Schmiedeeisen, aus obigem Roheisen bereitet	4127	948	60,7
4	Platin	1633	375	24,0
5	Kupfer	1311	301	19,3
6	Aluminium	1179	271	17,3
7	Silber (rein)	907	208	13,3
8	Zink	798	183	11,7
9	Gold (rein)	726	167	10,7
10	Cadmium	473	108	6,95
11	Wismuth	227	52	3,34
12	Zinn	118	27	1,73
13	Blei	68	16	1
	Messing aus			
14	82,95 Kupfer, 17,05 Zink . .	1860	427	27,3
15	79,56 „ 20,44 „ . .	2041	469	30,1
16	74,48 „ 25,52 „ . .	2041	469	30,1
17	66,06 „ 33,94 „ . .	2059	473	30,3
18	64,00 „ 36,00 „ . .	2268	520	33,3
19	49,32 „ 50,68 „ . .	2631	604	38,7
	Bronze aus Kupfer und Zinn			
20	9,73 Kupfer, 90,27 Zinn . .	363	83	5,34
21	11,86 „ 88,14 „ . .	417	96	6,13
22	15,21 „ 84,79 „ . .	454	104	6,68
23	21,21 „ 78,79 „ . .	590	135	8,68
24	84,32 „ 15,68 „ . .	3991	917	58,7
25	88,97 „ 11,03 „ . .	3335	773	49,5
26	91,49 „ 8,51 „ . .	2785	639	40,9
27	93,17 „ 6,83 „ . .	2621	602	38,5
	Bronze mit Zinn und Zink			
28	82,05 Kupfer, 12,82 Zinn, 5,13 Zink	2449	562	36,0
29	80,00 Kupfer, 10,00 Zinn, 10,00 Zink	3266	750	48,0
30	80 Kupfer, 5 Zinn, 7,5 Zink, 7,5 Blei	1497	343	22,0

Nr.	Art des Metalls	Druck Pfund	Vergleichungszahlen	
			Roheisen = 1000	Blei = 1
	Zink-Zinn-Legirung:			
31	21,65 Zink, 78,35 Zinn . . .	272	64	4,00
32	35,60 „ 64,40 „ . . .	299	69	4,40
33	52,51 „ 47,49 „ . . .	363	83	5,34
34	62,43 „ 37,57 „ . . .	409	94	6,01
35	68,86 „ 31,14 „ . . .	458	105	6,74
36	73,43 „ 26,57 „ . . .	544	125	8,00
37	84,68 „ 15,32 „ . . .	526	121	7,73
	Antimon-Blei-Legirung:			
38	34,86 Blei, 65,14 Antimon . .	794	182	11,7
39	61,61 „ 38,39 „ . .	454	104	6,67
40	76,32 „ 23,68 „ . .	349	80	5,07
41	82,80 „ 17,20 „ . .	281	64	4,13
42	86,52 „ 13,48 „ . .	272	62	4,00
43	89,92 „ 11,08 „ . .	267	61	3,93
	Zinn-Blei-Legirung:			
44	26,03 Blei, 73,97 Zinn . . .	181	42	2,66
45	30,57 „ 69,43 „ . . .	177	41	2,60
46	36,99 „ 63,01 „ . . .	145	32	2,13
47	46,82 „ 53,18 „ . . .	114	26	1,68
48	63,78 „ 36,22 „ . . .	91	21	1,34
49	77,89 „ 22,11 „ . . .	114	26	1,68
50	84,09 „ 15,91 „ . . .	122	28	1,79
51	87,57 „ 12,43 „ . . .	114	26	1,68
52	89,80 „ 10,20 „ . . .	100	23	1,47

37. Vergleichung der Celsius'schen Thermometerscala mit denen von Réaumur und Fahrenheit.

Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit
+100	+80	+212	+53	+42,4	+127,4	+ 6	+ 4,8	+42,8
99	79,2	210,2	52	41,6	125,6	5	4	41
98	78,4	208,4	51	40,8	123,8	4	3,2	39,2
97	77,6	206,6	50	40	122	3	2,4	37,4
96	76,8	204,8	49	39,2	120,2	2	1,6	35,6
95	76	203	48	38,4	118,4	1	0,8	33,8
94	75,2	201,2	47	37,6	116,6	0	0	32
93	74,4	199,4	46	36,8	114,8	— 1	0,8	30,2
92	73,6	197,6	45	36	113	2	1,6	28,4
91	72,8	195,8	44	35,2	111,2	3	2,4	26,6
90	72	194	43	34,4	109,4	4	3,2	24,8
89	71,2	192,2	42	33,6	107,6	5	4	23
88	70,4	190,4	41	32,8	105,8	6	4,8	21,2
87	69,6	188,6	40	32	104	7	5,6	19,4
86	68,8	186,8	39	31,2	102,2	8	6,4	17,6
85	68	185	38	30,4	100,4	9	7,2	15,8
84	67,2	183,2	37	29,6	98,6	10	8	14
83	66,4	181,4	36	28,8	96,8	11	8,8	12,2
82	65,6	179,6	35	28	95	12	9,6	10,4
81	64,8	177,8	34	27,2	93,2	13	10,4	8,6
80	64	176	33	26,4	91,4	14	11,2	6,8
79	63,2	174,2	32	25,6	89,6	15	12	5
78	62,4	172,4	31	24,8	87,8	16	12,8	3,2
77	61,6	170,6	30	24	86	17	13,6	1,4
76	60,8	168,8	29	23,2	84,2	18	14,4	— 0,4
75	60	167	28	22,4	82,4	19	15,2	2,2
74	59,2	165,2	27	21,6	80,6	20	16	4
73	58,4	162,4	26	20,8	78,8	21	16,8	5,8
72	57,6	161,6	25	20	77	22	17,6	7,6
71	56,8	159,8	24	19,2	75,2	23	18,4	9,4
70	56	158	23	18,4	73,4	24	19,2	11,2
69	55,2	156,2	22	17,6	71,6	25	20	13
68	54,4	154,4	21	16,8	69,8	26	20,8	14,8
67	53,6	152,6	20	16	68	27	21,6	16,6
66	52,8	150,8	19	15,2	66,2	28	22,4	18,4
65	52	149	18	14,4	64,4	29	23,2	20,2
64	51,2	147,2	17	13,6	62,6	30	24	22
63	50,4	145,4	16	12,8	60,8	31	24,8	23,8
62	49,6	143,6	15	12	59	32	25,6	25,6
61	48,8	141,8	14	11,2	57,2	33	26,4	27,4
60	48	140	13	10,4	55,4	34	27,2	29,2
59	47,2	138,2	12	9,6	53,6	35	28	31
58	46,4	136,4	11	8,8	51,8	36	28,8	32,8
57	45,6	134,6	10	8	50	37	29,6	34,6
56	44,8	132,8	9	7,2	48,2	38	30,4	36,4
55	44	131	8	6,4	46,4	39	31,2	38,2
54	43,2	129,2	7	5,6	44,6	40	32	40

38. Vergleichung der Réaumur'schen Thermometerscala mit der Fahrenheit'schen und Celsius'schen.

Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius
+80	+212	+100	+42	+126,50	+52,50	+ 4	+41	+ 5
79	209,75	98,75	41	124,25	51,25	3	38,75	3,75
78	207,50	97,50	40	132	50	2	36,50	2,50
77	205,25	96,25	39	119,75	48,75	1	34,25	1,25
76	203	95	38	117,50	47,50	0	32	0
75	200,75	93,75	37	115,25	46,25	— 1	29,75	— 1,25
74	198,50	92,50	36	113	45	2	27,50	2,50
73	196,25	91,25	35	110,75	43,75	3	25,25	3,75
72	194	90	34	108,50	42,50	4	23	5
71	191,75	88,75	33	106,25	41,25	5	20,75	6,25
70	189,50	87,50	32	104	40	6	18,50	7,50
69	187,25	86,25	31	101,75	38,75	7	16,25	8,75
68	185	85	30	99,50	37,50	8	14	10
67	182,75	83,75	29	97,25	36,25	9	11,75	11,25
66	180,50	82,50	28	95	35	10	9,50	12,50
65	178,25	81,25	27	92,75	33,75	11	7,25	13,75
64	176	80	26	90,50	32,50	12	5	15
63	173,75	78,75	25	88,25	31,25	13	2,75	16,25
62	171,50	77,50	24	86	30	14	0,50	17,50
61	169,25	76,25	23	83,75	28,75	15	— 1,75	18,75
60	167	75	22	81,50	27,50	16	4	20
59	164,75	73,75	21	79,25	26,25	17	6,25	21,25
58	162,50	72,50	20	77	25	18	8,50	22,50
57	160,25	71,25	19	74,95	23,75	19	10,75	23,75
56	158	70	18	72,50	22,50	20	13	25
55	155,75	68,75	17	70,25	21,25	21	15,25	26,25
54	153,50	67,50	16	68	20	22	17,50	27,50
53	151,25	66,25	15	65,75	18,75	23	19,75	28,75
52	149	65	14	63,50	17,50	24	22	30
51	146,75	63,75	13	61,25	16,25	25	24,25	31,25
50	144,50	62,50	12	59	15	26	26,50	32,50
49	142,25	61,25	11	56,75	13,75	27	28,75	33,75
48	140	60	10	54,50	12,50	28	31	35
47	137,75	58,75	9	52,25	11,25	29	33,25	36,25
46	135,50	57,50	8	50	10	30	35,50	37,50
45	133,25	56,25	7	47,75	8,75	31	37,75	38,75
44	131	55	6	45,50	7,50	32	40	40
43	128,75	53,75	5	43,25	6,25			

39. Vergleichung der Fahrenheit'schen Thermometerscala mit der Celsius'schen und Réaumur'schen.

Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur
+212	+100	+80	+165	+73,89	+59,11	+118	+47,78	+38,22
211	99,44	79,56	164	73,33	58,67	117	47,22	37,78
210	98,89	79,21	163	72,78	58,22	116	46,67	37,33
209	98,33	78,67	162	72,22	57,78	115	46,11	36,89
208	97,78	78,22	161	71,67	57,33	114	45,55	36,44
207	97,22	77,78	160	71,11	56,89	113	45	36
206	96,67	77,33	159	70,55	56,44	112	44,44	35,66
205	96,11	76,89	158	70	56	111	43,89	35,11
204	95,55	76,44	157	69,44	55,56	110	43,33	34,67
203	95	76	156	68,89	55,11	109	42,78	34,22
202	94,44	75,56	155	68,33	54,67	108	42,22	33,78
201	93,89	75,11	154	67,78	54,22	107	41,67	33,33
200	93,33	74,67	153	67,22	53,78	106	41,11	32,89
199	92,78	74,22	152	66,67	53,33	105	40,55	32,44
198	92,22	73,78	151	66,11	52,89	104	40	32
197	91,67	73,33	150	65,55	52,44	103	39,44	31,56
196	91,11	72,89	149	65	52	102	38,89	31,11
195	90,55	72,44	148	64,44	51,56	101	38,33	30,67
194	90	72	147	63,89	51,11	100	37,78	30,22
193	89,44	71,56	146	63,33	50,67	99	37,22	29,78
192	88,89	71,11	145	62,78	50,22	98	36,67	29,33
191	88,33	70,67	144	62,22	49,78	97	36,11	28,89
190	87,78	70,22	143	61,67	49,33	96	35,55	28,44
189	87,22	69,78	142	61,11	48,89	95	35	28
188	86,67	69,33	141	60,55	48,44	94	34,44	27,56
187	86,11	68,89	140	60	48	93	33,89	27,11
186	85,55	68,44	139	59,44	47,56	92	33,33	26,67
185	85	68	138	58,89	47,11	91	32,78	26,22
184	84,44	67,56	137	58,33	46,67	90	32,22	25,78
183	83,89	67,11	136	57,78	46,22	89	31,67	25,33
182	83,33	66,67	135	57,22	45,78	88	31,11	24,89
181	82,78	66,22	134	56,67	45,33	87	30,55	24,44
180	82,22	65,78	133	56,11	44,89	86	30	24
179	81,67	65,33	132	55,55	44,44	85	29,44	23,56
178	81,11	64,89	131	55	44	84	28,89	23,11
177	80,55	64,44	130	54,44	43,56	83	28,33	22,67
176	80	64	129	53,89	43,11	82	27,78	22,22
175	79,44	63,56	128	53,33	42,67	81	27,22	21,78
174	78,89	63,11	127	52,78	42,22	80	26,67	21,33
173	78,33	62,67	126	52,22	41,78	79	26,11	20,89
172	77,78	62,22	125	51,67	41,33	78	25,55	20,44
171	77,22	61,78	124	51,11	40,89	77	25	20
170	76,67	61,33	123	50,55	40,44	76	24,44	19,56
169	76,11	60,89	122	50	40	75	23,89	19,11
168	75,55	60,44	121	49,44	39,56	74	23,33	18,67
167	75	60	120	48,89	39,11	73	22,78	18,22
166	74,44	59,56	119	48,33	38,67	72	22,22	17,78

Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur
+71	+21,67	+17,33	+33	+ 0,55	+ 0,44	— 4	—20	—16
70	21,11	16,89	32	0	0	5	20,55	16,44
69	20,55	16,44	31	— 0,55	— 0,44	6	21,11	16,89
68	20	16	30	1,11	0,89	7	21,67	17,33
67	19,44	15,56	29	1,67	1,33	8	22,22	17,78
66	18,89	15,11	28	2,22	1,78	9	22,78	18,22
65	18,33	14,67	27	2,78	2,22	10	23,33	18,67
64	17,78	14,22	26	3,33	2,67	11	23,89	19,11
63	17,22	13,78	25	3,89	3,11	12	24,44	19,56
62	16,67	13,33	24	4,44	3,56	13	25	20
61	16,11	12,89	23	5	4	14	25,55	20,44
60	15,55	12,44	22	5,55	4,44	15	26,11	20,89
59	15	12	21	6,11	4,89	16	26,67	21,33
58	14,44	11,56	20	6,67	5,33	17	27,22	21,78
57	13,89	11,11	19	7,22	5,78	18	27,78	22,22
56	13,33	10,67	18	7,78	6,22	19	28,33	22,67
55	12,78	10,22	17	8,33	6,67	20	28,89	23,11
54	12,22	9,78	16	8,89	7,11	21	29,44	23,56
53	11,67	9,33	15	9,44	7,56	22	30	24
52	11,11	8,89	14	10	8	23	30,55	24,44
51	10,55	8,44	13	10,55	8,44	24	31,11	24,89
50	10	8	12	11,11	8,89	25	31,67	25,33
49	9,44	7,56	11	11,67	9,33	26	32,22	25,78
48	8,89	7,11	10	12,22	9,78	27	32,78	26,22
47	8,33	6,67	9	12,78	10,22	28	33,33	26,67
46	7,78	6,22	8	13,33	10,67	29	33,89	27,11
45	7,22	5,78	7	13,89	11,11	30	34,44	27,56
44	6,67	5,33	6	14,44	11,56	31	35	28
43	6,11	4,89	5	15	12	32	35,55	28,44
42	5,55	4,44	4	15,55	12,44	33	36,11	28,89
41	5	4	3	16,11	12,89	34	36,67	29,33
40	4,44	3,56	2	16,67	13,33	35	37,22	29,78
39	3,89	3,11	1	17,22	13,78	36	37,78	30,22
38	3,33	2,67	0	17,78	14,22	37	38,33	30,67
37	2,78	2,22	— 1	18,33	14,67	38	38,89	31,11
36	2,22	1,78	2	18,89	15,11	39	39,44	31,56
35	1,67	1,33	3	19,44	15,56	40	30	32
34	1,11	0,89						

40. Die Stufen der Glühhitze verglichen mit den Temperaturgraden nach Réaumur, Celsius und Wedgewood.

	R.	C.	W.		R.	C.	W.
			fast				
Anfangendes Glühen	525	420	1	Helles Glühen	960	1200	8
Dunkelroth	560	700	1,5	Weißglühen	1040	1300	9
Anfangendes Kirschroth	640	800	3	Starkes Weißglühen	1120	1400	11
Völliges Kirschroth	800	1000	5	Blendendes Weißglühen	1200	1500	12
Dunkel Gelbroth	880	1100	7		bis	bis	bis
					1280	1600	14

41. Vergleichung der Barometerscala

in Zollen und Linien des Pariser Fußes mit der nach metrischem Maaß.

Zolle	Linien	Meter
26	—	0,703
"	1	0,706
"	2	0,708
"	3	0,710
"	4	0,712
"	5	0,715
"	6	0,717
"	7	0,719
"	8	0,721
"	9	0,724
"	10	0,726
"	11	0,728
27	—	0,730
"	1	0,733
"	2	0,735
"	3	0,737
"	4	0,739
"	5	0,742
"	6	0,744
"	7	0,746
"	8	0,748
"	9	0,751
"	10	0,753
"	11	0,755
28	—	0,757
"	1	0,760
"	2	0,762
"	3	0,764
"	4	0,766
"	5	0,769
"	6	0,771

42. Schmelz- oder Gefrierpunkte.

Wichtige oder bekannte Substanzen, welche in dem Verzeichnisse fehlen, sind entweder noch nicht zum Gestehen gebracht worden, oder ihre Schmelzpunkte sind nicht nach dem Thermometer bestimmt.

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Stickstoffoxydul	—92	—115
Alkohol, wasserfrei, verdickt sich bei	—80	—100
Schwefelwasserstoff	—68	—86
Schweflige Säure	—64	—80
Ammoniak	—60	—75
Kohlensäure	—52	—65
Aether	—35	—44
Salpetersäurehydrat, erstes	—32	—40
Quecksilber	—30,4	—38
Schwefelsäure, englische	—27,2	—34
Fichtensamenöl	—24	—30
Rothtannensamenöl	—22	—27,5
Hanföl	—22	—27,5
Wallnußöl	—22	—27,5
Leinöl	—22	—27,5
Tollkirschensamenöl	—22	—27,5
Tabaksamenöl	—20	—25
Brom	—17,6	—22
Mandelöl	—17	—21,25
Spindelbaumsamenöl	—16	—20
Mohnöl	—15	—18,75
Leindotteröl	—15	—18,75
Sonnenblumenöl	—15	—18,75
Ricinusöl	—14	—17,5
Buchnußöl	—14	—17,5
Senföl, schwarz	—13,8	—17,25
Senföl, weiß	—13	—16,25
Oelrettigöl	—13	—16,25
Traubenkernöl	—13	—16,25
Haselnußöl	—12	—15
Kürbiskernöl	—12	—15
Kressensamenöl	—12	—15
Olein aus Thran	—12	—15
Blausäure	—12	—15
Sommerrepsöl	—8	—10
Pflaumenkernöl	—7,2	—9
Wein	—6 bis 7	—7,5 bis 8,7
Kohlsaatöl	—5	—6,25
Winterrepsöl (Brassica Napus)	—4,8	—6
Erdnußöl	—2,4 bis 3,2	—3 bis 4
Weinessig	—2	—2,5
Milch	—1	—1,25
Wasser	—0	0

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Ameisensäurehydrat, erstes	—0	0
Olivenöl	+2	+2,5
Schwefelsäurehydrat, drittes	+3,2	+4
Oelsäure	+3,2	+4
Elain aus Schweinefett	+5,6	+7
Anisöl	+8	+10
Essigsäurehydrat, erstes	+12,8	+16
Menschenfett	+13,6	+17
Campher	+14	+17,5
Salpetrige Säure, wasserfrei	+14,22	+17,78
Cocosnußöl	+17,6	+22
Ricinsäure	+17,6	+22
Schwefelsäure, wasserfrei	+20	+25
Cacaobutter	+20	+25
Schweinefett	+21	+27
Palmöl	+23,2	+29
Butter	+24,8	+31
Stearin der Muscatbutter	+24,8	+31
Wachs von Antiaris toxicaria	+28	+35
Cocosstearinsäure	+28	+35
Wachs v. Myristica bicuhyba	+28	+35
Phosphor	+28,6	+35,8
Wachs v. Myristica Ocuba	+29,2	+36,5
Pflanzenwachs, chines. od. chines. Talg	+29,6	+37
Lorbeeröl	+30	+37,5
Palmitin (Margarin)	+30	+37,5
Insectenwachs, chines. (Pea-La)	+30,4	+38
Rindstalg	+32	+40
Wachs, japan. (Rhus succedan.)	+33,6	+42
Wallrath	+35,2	+44
Lorbeerölstearinsäure	+33,6 bis 36	+42 bis 43
Lorbeerölstearin	+35,2 bis 36	+44 bis 45
Paraffin	+37,6	+47
Pferdefett	+37,6	+47
Wachs, american. (Myrica cerifera)	+38	+47,5
Stearinsäure der Muscatbutter	+38,4 bis 39,2	+48 bis 49

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Cetin	+39,2	+49
Stearin des Rindertalgs	+40,4	+50,5
Stearin des Hammeltalgs	+41	+51,25
Acrol	+41,6	+52
Drachenblut	+44	+55
Cetinsäure	+44,8	+56
Kalium	+46	+57,5
Kuhbaumwachs	+48	+60
Bienenwachs, gelbes	+50	+62,5
Palmitinsäure (Margarinsäure)	+50	+62,5
Myricin	+51,2	+64
Wood's Metall S. 175	+52,4	+65,5
Bienenwachs, gebleichtes	+56	+70
Stearinsäure (aus Talg)	+56	+70
Palmwachs v. Ceroxylon andicola	+56	+70
Dammarharz	+58,4	+73
American. Bienenwachs, (Cera de los Andaquies)	+61,6	+77
Wachs des Zuckerrohrs	+65,6	+82
Wachs, chines. v. Stillingia sebifera	+66	+82,5
Carnaubawachs (aus Brasilien)	+66,8	+83,5
Naphthalin	+68	+85
Melissin	+68	+85
Melissinsäure	+70,4 bis 71,2	+88 bis 89
Natrium	+72	+90
Darcet's Metall S. 176	+73	+91,25
Schellack	+75	+93,2
Rose's Metall S. 175	+79	+98,75
Rohrzucker, amorpher	+72 bis 80	+90 bis 100
Krümelzucker	+80	+100
Asphalt	+80	+100
Pech, schwarzes	+80	+100
Alphaharz des Copals	+80	+100
Jod	+85,6	+107
Galam- od. Sheabutter	+88	+110
Schwefel	+89,2	+111,5
Amygdalin, amorphes	+100 bis 104	+125 bis 130
Ricinölstearinsäure	+104	+130
Fichtenharz	+108	+135
Colophon	+108	+135
Rohrzucker, krystallisirter	+128	+160
Campher	+140	+175
Tellur	+142	+177,5
Pyrin	+144	+180

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Paranaphthalin	+144	+180
Amygdalin, krystallisirt	+160	+200
Cautschuk	+176	+220
Zinn	+184	+230
Chrysin	+188	+235
Wismuth	+196,6	+246
Bernstein	+224	+280
Thallium	+230,4	+288
Blei	+267,2	+334
Gammaharz des Copals	+280	+350
Cadmium	+288	+360
Zink	+328	+410
Antimon	+345,6	+432
Bei Rothglühhitze.		
Aluminium	+560	+700
Glas	+720	+900
Bronze	+720	+900
Emailfarben	+778	+963,5
Silber	+800	+1000
Messing	+812	+1015
Bei Weißglühhitze.		
Magnesinm	+840	+1050
Kupfer	+840	+1050
Weißes Roheisen	+840	+1050
Gold	+877,6	+1097
Graues Roheisen	+880	+1100
Aluminium	+1040	+1300
Leichtflüssiger Stahl	+1040	+1300
Strengflüssiger Stahl	+1120	+1400
Kobalt	+1120	+1400
Hessische Schmelztiegel	+1120	+1400
In der stärksten Hitze des Gebläseofens.		
Nickel	+1280	+1600
Schmiedeisen	+1280	+1600
Mangan	+1280	+1600
Vor dem gewöhnlichen Gebläse nicht, wohl aber vor dem Knallgasgebläse zu Kugeln schmelzbar.		
Palladium	+1280	+1600
Molybdän	+1280	+1600
Uran	+1280	+1600
Wolfram	+1360	+1700
Unschmelzbar vor dem gewöhnlichen Gebläse, aber schmelzbar vor dem Knallgasgebläse.		
Chrom	+1360	+1700
Titan	+1360	+1700
Cerium	+1360	+1700
Osmium	+1360	+1700
Rhodium	+1360	+1700
Platin	+2027	+2534
Iridium	+2160	+2700
Tantal	+2160	+2700

43. Siedepunkte.

Die Siedepunkte der wichtigeren flüchtigen Stoffe, welche hier fehlen, sind noch nicht bestimmt.

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Stickstoffoxydul	—69,6	—87,9
Kohlensäure	—62,4	—78
Ammoniak, etwas über	—32	—40
Ammoniakflüssigkeit von 35,3%	—3,2	—4
Dieselbe von 32,6%	+2,8	+3,5
Ammoniakflüssigkeit von 29,9%	+8	+10
Schweflige Säure	+8	+10
Cautschuköl, flüchtiges	+11	+13,75
Ammoniakflüssigkeit von 27,3%	+13,6	+17
Aethyl	+14,4	+18
Salpetrige Säure	+16	+20
Unterchlorige Säure	+16,8	+21
Ammoniakflüssigkeit von 24,7%	+18,4	+23
Blausäure	+21,2	+26,5
Untersalpetersäure	+22,4	+28
Rothe Salpetersäure	+22,4	+28
Schwefelsäure, wasserfrei	+24	+30
Ammoniakflüssigkeit von 22,2%	+24	+30
Aether	+28	+35
Ammoniakflüssigkeit von 19,8%	+29,6	+37
Schwefelkohlenstoff	+36,8	+46
Brom	+37,6	+47
Ammoniakflüssigkeit von 17,4%	+35,2	+44
Salzsäure von 34,1%	+39,2	+49
Ammoniakflüssigkeit von 15,1%	+40	+50
Dieselbe von 12,8%	+45,6	+57
Salzsäure von 42%	+48	+60
Chloroform	+48,6	+60,8
Ammoniakflüssigkeit von 10,5%	+50,4	+63
Dieselbe von 31,2%	+52	+65
Holzgeist	+52,4	+65,5
Ammoniakflüssigkeit von 8,3%	+56	+70
Bergnaphtha, farblose	+56,8	+71,1
Essigäther	+59,4	+74,3
Ammoniakflüssigkeit von 8,3%	+60,8	+76

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Salzsäure von 28,8%	+60,8	+76
Alkohol von 92% Tralles	+61,6	+77
" " 90% "	+62	+77,5
" " 85% "	+62,25	+77,8
" " 80% "	+62,5	+78
" " 75% "	+63,25	+78,75
" " 70% "	+63	+79
Ammoniakflüssigkeit von 6,2	+63,2	+79
Ammoniakflüssigkeit von 2,0%	+73,6	+92
Alkohol v. 65% Tralles	+64	+80
Steinöl, rectificirtes	+64	+80
Benzol	+64,3	+80,4
Alkohol von 50% Tralles	+65	+81,25
" " 40% "	+66	+82,50
" " 35% "	+67	+83,75
" " 30% "	+68	+85
Salpetersäurehydrat, erstes	+68,8	+86
Alkohol von 25% Tralles	+69	+86,25
Salzsäure von 26,6%	+69,6	+87
Ammoniakflüssigkeit von 4,1	+69,6	+87
Alkohol von 20% Tralles	+70	+87,5
" " 18% "	+71	+88,75
" " 15% "	+72	+90
" " 12% "	+73	+91,25
" " 10% "	+74	+92,5
" " 7% "	+75	+93,75
" " 5% "	+76	+95
" " 3% "	+77	+96,25
" " 2% "	+78	+97,5
" " 1% "	+79	+98,75
Wasser	+80	+100
Salzsäure von 1,81	+80,8	+101
Ameisensäurehydrat, erstes	+80	+100
Meerwasser	+83	+103,75
Chlorsaures Kali, gesätt. Lösung	+83,36	+404,2
Chlorbaryumlösung, gesätt.	+83,52	+104,4
Kohlensaures Natron, gesätt. Lösung	+83,68	+104,6
Salzsoole, gesättigte	+84,6	+112,7
Essigsäurehydrat, zweites	+84,8	+104
Ameisensäurehydrat, zweites	+85	+106
Phosphorsaures Natron, gesätt. Lösung	+85,2	+106,5

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Chlorkaliumlösung, gesätt.	+ 86,44	+108,3
Chlornatriumlösung, gesätt.	+ 86,72	+108,4
Salzsäure von 19%	+ 88	+110
Chlorammoniumlösung, gesätt.	+ 91,36	+114,2
Neutrales weinsaures Kali, gesätt. Lösung	+ 91,73	+114,67
Salpetersaures Kali, gesätt. Lösung	+ 92,72	+115,9
Essigsäurehydrat, erstes	+ 93,8	+117,3
Chlorstrontiumlösung, ges.	+ 94,08	+117,6
Salpetersäurehydrat, zweites	+ 96	+120
Chlorcalciumlösung von 1,4 sp. G.	+ 96	+120
Salpetersaures Natron, gesätt. Lösung	+ 96,8	+121
Essigsaures Natron, gesätt. Lösung	+ 99,49	+124,37
Bittermandelöl	+104	+130
Baldriansäure	+105,6	+132
Pikolin	+106	+133,3
Kohlensaures Kali, gesätt. Lösung	+108	+135
Aetzkalilauge von 1,280 sp. G.	+108	+135
Chlorschwefel	+111,2	+139
Salpetersaurer Kalk, gesätt. Lösung	+120,8	+151
Nelkenöl	+123,6	+142
Buttersäure	+116,8	+146
Terpentinöl	+121,6	+152
Wachholderöl	+124	+155
Calmusöl	+127,2	+159
Essigsaures Kali, gesätt. Lösung	+128,72	+169
Citronenöl, flüchtigeres	+133,6	+167
Citronenöl, weniger flücht.	+138,4	+173
Chlorcalciumlösung, gesätt.	+143,6	+179,5

	Grade nach Réaumur	Grade nach Celsius
Salpetersaures Ammoniak, gesätt. Lösung	+144	+180
Jod	+144	+180
Aetzkalilauge von 1,390 sp. G.	+145	+181,2
Anilin	+146	+182
Kapnomor	+148	+185
Lavendelöl	+148	+185
Carbolsäure	+157,6	+197,5
Kreosot	+162,4	+203
Campher	+163,2	+204
Wachholderöl, weniger flücht.	+164	+205
Anisöl	+160 bis 168	+200 bis 210
Naphthalin	+168	+210
Aetznatronlauge, gesätt.	+172	+215
Zimmtöl	+176	+220
Schwefelsäurehydrat, dritt.	+179,2	+224
Cocosstearinsäure	+184	+230
Leukolin	+191	+239
Nelkenöl, weniger flücht.	+194,4	+243
Nicotin	+200	+250
Calmusöl, weniger flücht.	+160	+200
Bergtheer	+224	+280
Pikamar	+228	+285
Phosphor	+232	+290
Chlorzinklösung, gesätt., gegen	+240	+300
Paranaphthalin, über	+240	+300
Cautschuköl, weniger flücht.	+250	+312,5
Aetzkalilauge, gesätt.	+252	+315
Fette	+240 bis 260	+300 bis 325
Schwefelsäure, englische	+260,8	+326
Cetin	+288	+360
Quecksilber	+288	+360
Schwefel	+336	+420

44. Dichtigkeit und Temperatur des Wasserdampfes bei 0,01 bis 10 Atmosphären Spannung.

Dampfspannung			Temperatur des Dampfes nach		Specifisches Dampfvolum	Dichtigkeit oder Gewicht von 1 Cubikfuß Dampf in Neupfund
in Atmosphären	Höhe der Quecksilbersäule in Zollen	Druck per Quadratzoll in Neupfund	Celsius	Réaumur		
0,01	0,29	0,141	7,1	5,68	48644	0,00127
0,05	1,45	0,705	33,3	26,6	22409	0,00276
0,1	2,90	1.41	46,2	36,96	13393	0,00461
0,2	5,80	2,82	60,4	48,3	7428	0,00831
0,3	8,70	4,23	69,5	55,6	5145	0,01200
0,4	11,60	5,64	76,2	60,96	3938	0,01568
0,5	14,5	7,05	81,7	65,36	3191	0,01935
0,6	17,4	8,46	86,3	69,0	2684	0,02300
0,7	20,3	9,87	90,3	72,24	2317	0,02665
0,8	23,2	11,28	93,9	75,12	2039	0,03028
0,9	26,1	12,69	97,1	77,68	1821	0,03390
1,0	29,0	14,10	100,0	80,0	1645,7	0,03752
1,1	31,9	15,51	102,7	82,16	1501,6	0,04111
1,2	34,8	16,92	105,2	84,16	1381,1	0,04470
1,3	37,7	18,33	107,5	86,0	1278,7	0,04828
1,4	40,6	19,74	109,7	87,76	1190,7	0,05185
1,5	43,5	21.15	111,7	89,3	1114,2	0,05541
1,6	46,4	22,56	113,7	90,9	1047,2	0,05896
1,7	49,3	23,97	115,5	92,4	987,9	0,06250
1,8	52,2	25.38	117,3	93,8	935,2	0,06602
1,9	55,1	26,79	119,0	95,2	887,9	0,06953
2,0	58,0	28,20	120,6	96,5	845,3	0,07304
2,2	63,8	31,02	123,6	98,8	771,6	0,08001
2,4	69,6	33,84	126,5	101,2	710,1	0,08694
2,6	75,4	36,66	129,1	103,3	657,9	0,09384
2,8	81,2	39,48	131,6	105,3	613,1	0,1007
3,0	87,0	42,30	133,9	107,1	574,3	0,1075
3,2	92,8	45,12	136,1	108,8	540,2	0,1143
3,4	98,6	47,94	138,2	110,6	510,2	0,1210
3,6	104,4	50,76	140,2	112,2	483,4	0,1277
3,8	110,2	53,58	142,1	113,5	459,5	0,1344
4,0	116,0	56,40	144,0	115,0	437,9	0,1410
4,2	121,8	59,22	145,8	116,6	418,4	0,1476
4,4	127,6	62,04	147,5	118,0	400,7	0,1541
4,6	133,4	64,86	149,1	119,3	384,4	0,1606
4,8	139,2	67,68	150,7	120,6	369,6	0,1670
5,0	145,0	70,50	152,2	121,8	355,9	0,1735
5,5	159,5	77,55	155,9	124,7	326,0	0,1894
6,0	174,0	84,60	159,2	127,4	301,0	0,2051
6,5	188,5	91,65	162,4	129,7	280,0	0,2205
7,0	203,0	98,70	165,3	132,3	261,8	0,2358
7,5	217,5	105,75	168,2	134,6	246,1	0,2509
8,0	232,0	112,80	170,8	136,6	432,4	0,2657
8,5	246,5	119,85	173,3	138,6	220,3	0,2803
9,0	261,0	126,90	175,8	140,6	209,5	0,2947
9,5	275,5	133,95	178,1	142,5	199,8	0,3090
10,0	290,0	141,00	180,3	144,2	191,1	0,3230

45. Löslichkeitstafeln[1]).

1. Feste Körper und tropfbare Flüssigkeiten.

a. In kaltem Wasser.

Von den angegebenen Substanzen erfordert ein Theil die beigefügte Gewichtmenge an Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Auflösung:

Huminsaures Natron	0,25	Weinsäure	1,5
Salpetersaurer Kalk	0,25	Krümelzucker	1,5
Essigsaures Lithion	0,28	Essigsaurer Baryt	1,75
Rohrzucker	0,33	Schwefelsaures Kali, 2fach=	2
Chlorcalcium etwa	0,33	Chromsaures Kali, neutr.	2
Aetzkali	0,50	Kohlens. Natron, neutr. kryst.	2
Salpetersaures Ammoniak	0,50	Schwefelsaures Natron, neutr.	2
Huminsaures Kali	0,50	Schwefelsaures Natron, 2fach=	2
Salpetersaures Uranoxyd	0,50	Ameisensaures Natron	2
Nicotin	0,50	Jodsaures Lithion	2
Essigsaures Bleioxyd, bas.	0,55	Phosphorigsaures Ammoniak	2
Chlormagnesium	0,658	Schwefelsaure Thonerde, neutr.	2
Weinsaures Kali, neutr.	0,7	Oxalsaures Eisenoxydnatron	2
Jodkalium	0,735	Strontiumeisencyanür	2
Chlorstrontium	0,75	Schwefelsaures Zinkoxyd	2
Citronsäure	0,75	Salpetersaures Nickeloxyd	2
Schwefelsaures Chromoxyd	0,83	Salpetersaures Bleioxyd	2
Kohlensaures Kali	1	Unterschwefligsaures Silberoxyd	2
Schwefligsaures Kali	1	Unterschwefligsaures Natron	2,1
Weinsaure Natronborsäure (Tartarus boraxatus)	1	Natronalaun	2,14
		Chlorbaryum	2,3
Schwefligsaures Ammoniak	1	Unterschwefelsaures Kali	2,46
Jodammonium	1	Weinsaures Kalinatron (Seignettesalz)	2,5
Unterschwefligsaurer Kalk	1		
Ueberchlorsaures Bleioxyd	1	Chinasäure	2,5
Salpetersaures Silberoxyd	1	Kochsalz	2,7
Kohlensaures Kali, 1½fach	1,1	Bromsaures Natron	2,7
Bromsaurer Kalk	1,1	Chlorammonium	2,7
Borsaures Natron, 2fach=	1,2	Schwefelsaures Kupferoxyd	2,7
Schwefelsaures Ammoniak	1,3	Essigsaures Natron	2,86
Schwefelsaures Eisenoxydul	1,43	Chlorsaures Natron	3
Essigsaures Bleioxyd, neutr.	1,5	Schwefelsaure Magnesia	3
Schwefelsaures Kupferoxydammoniak	1,5	Bromsaurer Strontian	3
		Schwefelsaures Nickeloxydul	3

1) Diese Tafeln umfassen nur diejenigen Substanzen, deren Löslichkeit nach Zahlen bestimmt ist, um letztere gegenseitig vergleichen zu können. Bei solchen, von denen blos im Allgemeinen bekannt ist, ob sie löslich sind, oder nicht, leicht löslich, oder schwer, in Wasser, Weingeist etc., ist das Betreffende bei den Eigenschaften dieser Körper nachzusehen. Wenn obige Zahlen bisweilen mit den bei den Eigenschaften angegebenen nicht ganz übereinstimmen, so rührt dies daher, daß erstere genaueren Bestimmungen entnommen sind.

Eichengerbsäure	3
Chlorkalium	3,033
Jodsaure Magnesia	3,04
Salpetersaures Kali	3,448
Arseniksaures Natron, basisch	3,5
Essigsaures Manganoxydul	3,5
Kaliumeisencyanid	3,8
Kohlensaures Kali, 2fach-	4
Kohlensaures Natron, neutr. wasserfrei	4
Schwefelsaures Natron, 2fach	4
Schwefligsaures Natron	4
Kohlensaures Ammoniak $1^1/_2$fach-	4
Schwefelsaures Lithion	4
Barythydrat	4
Ameisensaurer Baryt	4
Unterschwefligsaurer Strontian	4
Chlorsaures Quecksilberoxyd	4
Essigsaures Quecksilberoxyd	4
Glycin	4,3
Salpetersaures Natron	4,4
Phosphors. Natron, 2bas. saures ($NaO,PO_5,4HO$)	4,5
Kaliumeisencyanür	4,5
Phosphorsaures Ammoniak, neutr.	5
Ueberchlorsaures Ammoniak	5
Magnesiumeisencyanür	5
Chlorsaures Silberoxyd	5
Harnstoff	5
Mannazucker	5
Milchzucker	5
Phosphors. Natron, 3 bas., basisches ($3NaO,PO_5$)	5,128
Traubensäure	6
Phosphors. Natron, gewöhnliches oder 3bas., neutr. ($2NaO, PO_5$) bei 12° R.	6,7
Kohlensaures Natron, 2fach-	8
Weinsaures Natron, neutr.	8
Essigsaures Natron	8
Borsaures Ammoniak, 4fach-	8
Quecksilbercyanid	8
Oxalsäure	8
Ameisensaures Kupferoxyd	8,5
Aether	9
Jodsaure Magnesia	9,43
Chromsaures Kali, 2fach-	10
Kreatinin	11,5
Essigäther	11,7
Schwefelsaures Kali, neutr.	11,96
Borsaures Ammoniak, 2fach-	12
Salpetersaurer Baryt	12,5
Kohlensaures Natron, 2fach-	13
Ameisensaure Magnesia	13
Essigsaures Kupferoxyd, neutr.	13
Jodsaures Kali	13,45
Jodsaures Natron	13,7
Weins. Antimonoxydkali	14
Oxalsaures Eisenoxydkali	14,3
Ameisens. Manganoxydul	15
Quecksilberchlorid	15,2
Unterschwefligsaures Kali	16,5
Chlorsaures Kali	17
Schwefels. Kalithonerde	18
Schwefligsaure Magnesia	20
Schwefelsaures Kobaltoxydul	24
Fluornatrium	25
Bernsteinsäure	25
Boraxsäure	26
Baldriansäure	26
Oxalsaures Ammoniak, neutr.	28
Brom	33,3
Strontianhydrat	52
Weinsaure Magnesia	53
Ueberchlorsaures Kali	65
b. Schleimsäure	73
Kreatin	74,4
Bromsaures Bleioxyd	75
Arsenige Säure, emailartige	80
Kreosot	80
Caffeïn	98
Kohlensaures Lithion	100
Essigsaures Silberoxyd	100
Gallussäure	100
Coniin	100
Arsenige Säure, glasige	104
Jodsaures Zinkoxyd	114
Salpetrigsaures Silberoxyd	120
Jodsaures Nickeloxyd	120
Bromsaurer Baryt	130
Chlorblei	135
Weinsaurer Kalk, 2fach-	140
Jodsaures Kobaltoxydul	140
Huminsaure Magnesia	160
Wolframsäure	200
Benzoesäure	200
Atropin	200
Weinsaures Kali, 2fach-	204
Citronsaurer Kalk	250
Daturin	280
Phosphors. Magnesia, neutr.	322
Weinsaures Quecksilberoxyd	333

Weinsaures Eisenoxydloxyd	384	Veratrin	1000
Gyps	388	Hämatoxylin oder Hämatin	1000
Jodsaurer Kalk	400	Catechusäure	1133
Schwefelcalcium, doppelt	400	Weinsaures Eisenoxydul	1200
Hippursäure	400	Jodblei	1235
Chinin	400	Huminsaures Manganoxydul	1450
Kalkhydrat	450	Weinsaures Kupferoxyd	1715
Schwefelsaurer Kalk (Anhydrit)	492	Jodsaurer Baryt	1746
Schwefels. Quecksilberoxydul	500	Baryumeisencyanür	1920
Berberin	500	Huminsaurer Kalk	2000
Inulin	500	Huminsaures Eisenoxyd	2300
Campher	525	Kohlensaure Magnesia	2500
Molybdänsäure	570	Huminsäure	2500
Bromsaures Quecksilberoxyd	600	Unterschwefligsaures Bleioxyd	3266
Essigsaures Quecksilberoxydul	768	Schwefelsaurer Strontian	3600
Schwefligsaurer Kalk	800	Kohlensaurer Baryt	4300
Weinsaures Quecksilberoxydul	833	Jod	7000
Brucin	850	Bleioxyd	7000
Phosphors. Magnesia 3bas., neutr.	1000	Quecksilberjodid	10000
Morphin	1000	Harnsäure	15000
		Kohlensaurer Kalk	16000

b. In kochendem Wasser.

Essigsaures Kali	0,14	Essigsaurer Baryt	1,03
Inulin	0,25	Unterschwefelsaures Natron	1,1
Chlormagnesium	0,273	Chlorbaryum	1,4
Schwefelsaures Eisenoxydul	0,30	Unterschwefelsaures Kali	1,58
Chlorzink	0,35	Chromsaures Kali, neutr.	1,66
Weinsaures Kali, neutr.	0,4	Chlorkalium	1,683
Salpetersaures Kali	0,4	Weins. Natron, neutr.	1,8
Salpetersaures Natron	0,4	Weins. Antimonoxydkali	1,88
Essigsaures Natron	0,48	Bromsaures Kali	2
Schwefelsaures Kali, 2fach=	0,5	Chlorsaures Silberoxyd	2
Citronsäure	0,5	Quecksilberchlorid	3
Milchzucker	0,5	Boraxsäure	3
Jodnatrium	0,57	Salpetersaurer Baryt	3
Oxals. Eisenoxydnatron	0,6	Bernsteinsäure	3
Jodkalium	0,735	Gallussäure	3
Schwefels. Kalithonerde	0,75	Schwefelsaures Kali	4
Jodammonium	1	Unterschwefelsaurer Strontian	4
Kohlensaures Natron	1	Catechusäure	4
Schwefligsaures Natron	1	Mekonsäure	4
Schwefelsaures Ammoniak	1	Essigs. Kupferoxyd, neutr.	5
Oxals. Eisenoxydkali	1	Chromsaures Kali, 2fach=	6
Strontiumeisencyanür	1	Jodsaures Ammoniak	6,9
Schwefelsaures Zinkoxyd	1	Arsenige Säure, emailartige	8,7
Essigsaures Quecksilberoxyd	1	Arsenige Saure, glasige	10,3
Oxalsäure	1	Weinsaures Kali, 2fach	15
Mannazucker	1	b Schleimsäure	17,5

Bromsaurer Baryt	24	Schwefels. Quecksilberoxydul	300
Benzoesäure	30	Weinsaures Kupferoxyd	320
Wolframsäure	33	Quercitrongerbsäure	400
Stärkmehl, gemeines	50	Morphin	400
Atropin	54	Schwefelsaurer Kalk	460
a Schleimsäure	60	Brucin	500
Bromsaures Quecksilberoxyd	64	Jodsaurer Baryt	600
Daturin	72	Oxalsaures Manganoxydul	900
Schwefelsaures Silberoxyd	88	Vanadinsäure	1000
Jodsaures Zinkoxyd	76	Kalkhydrat	1270
Jodsaures Nickeloxydul	77	Harnsäure	1900
Jodsaures Kobaltoxydul	90	Kohlensaurer Strontian	1920
Jodsaurer Kalk	100	Kohlensaurer Baryt	2300
Huminsaure Magnesia	120	Strychnin	2500
Borsaurer Strontian	130	Cinchonin	2500
Pikrotoxin	180	Kohlensaure Magnesia	9000
Chinin	200		

c. In kaltem Weingeist.

Chlormagnesium	2	Jod	10
Chloraluminium	2	Essigsaurer Baryt	100
Quecksilberchlorid	2,3	Kreatinin	100
Jodammonium	4,5	Chlorsaures Kali	120
Essigsaures Lithion	4,6	Amygdalin	240
Borsäure	5	Schwefelsaures Natron	1000
Jodkalium	5,5	Stearin	3000
Salpeters. Magnesia	9	Kreatin	9410

2. Gase.

1 Maas Wasser oder Alkohol absorbirt (löst) bei gewöhnlichem Luftdruck und gewöhnlicher Temperatur Maaße Gas:

	Wasser	Alkohol		Wasser	Alkohol
Stickstoff	0,042 = $^1/_{24}$	—	Kohlensäure	1	2,5
Wasserstoff	0,046 = $^1/_{22}$	—	Chlor	2	—
Stickstoffoxyd	0,05 = $^1/_{20}$	—	Schwefelwasserstoff	2,5	6
Sauerstoff	0,066 = $^1/_{16}$	—	Cyan	4,5	23
Kohlenoxyd	0,065 = $^1/_{16}$	—	Methyloxyd	37	—
Grubengas	0,071 = $^1/_{14}$	—	Schweflige Säure	44	116
Leuchtgas	0,153 = $^1/_7$	—	Salzsäure	480	—
Phosphowasserstoff	0,25 = $^1/_4$	—	Ammoniak	670	—
Stickstoffoxydul	0,75 = $^3/_4$	1,5			

1 Maas Flüssigkeit absorbirt von folgenden Gasen die beistehende Menge.

	Wasser	Gesättigte Kochsalzlösung	Alkohol	Steinöl	Lavendelöl	Baumöl
Stickstoff	0,042	—	0,042	—	—	—
Wasserstoff	0,046	—	0,051	—	—	—
Kohlenoxyd	0,062	0,053	0,145	0,20	0,156	0,142
Sauerstoff	0,065	—	0,162	—	—	—
Leuchtgas	0,155	0,100	1,270	2,61	2,09	1,22
Stickstoffoxydul	0,760	0,290	1,530	2,54	2,75	1,50
Kohlensäure	1,060	0,670	1,860	1,69	1,91	1,51
Schwefelwasserstoff	2,530	—	6,060	—	—	—
Schweflige Säure	43,780	—	115,770	—	—	—

1 Maas Flüssigkeit absorbirt die beistehende Menge Kohlensäure bei 14,4° R.

Flüssigkeiten	vom specif. Gew.	Volume Kohlensäure
Alkohol	0,803	2,60
Aether	0,727	2,17
Lavendelöl	0,88	1,91
Thymianöl	0,89	1,88
Weingeist	0,84	1,87
Steinöl	0,784	1,69
Terpentinöl	0,86	1,66
Leinöl	0.94	1,56
Olivenöl	0,915	1,51
Wasser	1,000	1,06
Salmiaklösung	1,078	0,75
Gummilösung	1,092	0,75
Lösung von Zucker	1,104	0,72
„ „ Alaun	1,047	0,70
„ „ schwefels. Kali	1,077	0,62
„ „ Chlorkalium	1,168	0,61
„ „ schwefels. Natron	1,105	0,58
„ „ salpeters. Kali	1,139	0,57
„ „ salpeters. Natron	1,206	0,45
„ „ Schwefelsäure	1,84	0,45
„ „ Weinsäure	1,285	0,41
„ „ Chlornatrium	1,212	0,329
„ „ Chlorcalcium	1,402	0,261

46. Gasabsorption durch feste Körper.

1 Volum frisch ausgeglühter Buxbaumkohle absorbirt in 24—36 Stunden bei 8—10° R.:

Wasserstoff	1,75
Stickstoff	7,5
Sauerstoff	9,25
Kohlenoxyd	9,42
Leuchtgas	35
Kohlensäure	35
Stickstoffoxydul	40
Schwefelwasserstoff	55
Schweflige Säure	65
Salzsäure	85
Ammoniak	90

1 Volum folgender Kohlenarten absorbirt:

Korkkohle	von 0,1 spec. Gew.	fast keine Luft
Tannenkohle	" 0,4 " "	4,5 Volume
Buchsbaumkohle	" 0,6 " "	7,5 "
Steinkohle	" 1,326 " "	10,5 "
Torfkohle		15 V. Ammoniakg.
Birkenkohle		23 " "
Eichenkohle		37 " "

1 Volum der genannten Substanzen absorbirt von beistehenden Gasen folgende Volume:

	Meerschaum	Klebschiefer	Holzasbest	Bergkork	Hydrophan	Schwimmquarz	Gyps	Bergmilch	Haselholz	Maulbeerholz	Tannenholz	Leinfäden	Wolle	Seide
Wasserstoff	0,44	0,48	0,31	0,68	0,4	0,37	0,50	0,80	0,58	0,46	0,75	0,35	0,3	0,3
Stickstoff	1,6	0,7	0,47	0,68	0,6	0,45	0,53	0,80	0,21	0,18	0,21	0,33	0,24	0,125
Sauerstoff	1,49	0,7	0,47	0,68	0,6	0,45	0,58	0,67	0,47	0,34	0,5	0,35	0,43	0,44
Kohlenoxyd	1,17	0,55	0,58	0,78					0,58			0,35	0,3	0,3
Leuchtgas	3,7	1,5	1,7	0,82	0,8	0,6			0,71			0,48	0,57	0,5
Kohlensäure	5,26	2,0	1,7	0,82	1,0	0,6	0,43	0,87	1,1	0,46	1,1	0,62	1,7	1,1
Stickstoffoxydul	3,75													
Schwefelwasserstoff	11,7													
Schweflige Säure					7,37									
Salzsäure					17,0									
Ammoniak	15,0	113,0	12,75	2,3	64,0	10,0			100,0	88,0		68,0		78,0

47. Entfuselungsvermögen der Kohle.

Nach Lüdersdorff.

1 Pfund folgender Kohlenarten entfuselt die beistehende Zahl preußischer Quart Weingeist von 80° Tralles.

	Kartoffelspiritus.	Getreidespiritus.
Knochenkohle	3,2	2,2
Eichenkohle	7,3	4
Weidenkohle	8,3	6,4
Birkenkohle	12,4	8,5
Fichtenkohle	17,0	11,6
Lindenkohle	25	14,2

48. Entfärbungsvermögen der Kohle.

Nach Herberger.

1 Gewichttheil folgender Kohlenarten entfärbt die beistehenden Gewichttheile Zuckerlösung (1 Th. Colonialrohzucker in 20 Th. Wasser).

	Bei 10–12° R.	Bei 48–52° R.
Holzkohle, unter Rothglühhitze bereitet, lufthaltig	0,2	0,3
Kohle, durch Zerstörung von Holz mittelst Schwefelsäure	0,3	0,4
Englische Backkohle	0,3	0,5
Backkohle v. St. Ingbert, beide frei von Schwefelkies	0,3	0,7
Buchsbaumkohle, lufthaltig	0,4	0,57
Holzkohle bei Rothglühhitze bereitet, lufthaltig	0,4	0,7
Cooks aus Backkohlen v. St. Ingbert	0,4	
Holzkohle bei Rothglühhitze bereitet, luftfrei	0,5	0,7
Weidenkohle, lufthaltig	0,5	0,75
Holzkohle bei weißer Knochenasche geglüht, lufthaltig	0,5	0,75
Weinsteinkohle, frisch gebrannt und erkaltet, lufthaltig	0,5	0,8
Torfkohle	0,5	
Cooks, belgische	0,5	
Knochenkohle, unter Rothglühhitze dargestellt	0,65	
Verkohltes bituminöses Holz	0,9	
Knochenkohle aus alten Knochen, lufthaltig	1	1,5
„ aus frischen Knochen, lufthaltig	1,1	1,6
„ bei Luftabschluß verkohlt und luftfrei angewendet	1,1	1,8
„ käufliche aus einer Salmiakfabrik	1,2	1,6
„ mit Säure behandelt	1,5	1,9
Blut, mit weißer Knochenasche gebrannt	8	10,1
Kienruß, mit Pottasche gebrannt	9,2	11
Blut, mit Kreide gebrannt	10,5	14,2
Leim, mit Pottasche gebrannt	14,5	
Blut, mit Pottasche gebrannt	24	32,7

49. Die Sättigungscapacität verschiedener Säuren.

Namen der Säuren	Sättigungscapacität	Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie	Namen der Säuren	Sättigungscapacität	Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie
Elainsäure	2,39	1 : 4	Citronsäure	14,5	3 : 11
Stearinsäure	3,11	2 : 5	Salpetersäure	14,8	1 : 5
Palmitinsäure	3,24	1 : 3	Mangansäure	15,5	1 : 3
Cocinsäure	3,94	1 : 3	Essigsäure	15,7	1 : 3
Antimonsäure	4,73	1 : 5	Chromsäure	15,9	1 : 3
Harnsäure	4,76	1 : 6	Bernsteinsäure	16,0	1 : 3
Jodsäure	4,81	1 : 5	Unterschweflige Säure	16,7	1 : 3
Wolframsäure	6,74	1 : 3	Kieselsäure	17,6	1 : 2
Bromsäure	6,76	1 : 5	Unterchlorige Säure	18,4	1 : 1
Arsenige Säure	8,06	1 : 3	Schwefelsäure	20,0	1 : 3
Ueberchlorsäure	8,75	1 : 7	Ameisensäure	21,6	1 : 3
Milchsäure	9,68	1 : 5	Oralsäure	22,2	1 : 3
Chlorsäure	10,6	1 : 5	Phosphorsäure, 2basische	22,4	2 : 5
Zinnsäure	10,7	1 : 2	Borsäure	22,9	1 : 3
Unterschwefelsäure	11,1	1 : 5	Cyansäure	23,5	1 : 1
Phosphorsäure, 1basische	11,2	1 : 5	Knallsäure	23,5	2 : 2
Molybdänsäure	11,4	1 : 3	Gallussäure	23,8	2 : 3
Aepfelsäure	11,9	1 : 4	Schweflige Säure	25,0	1 : 2
Weinsäure	12,1	1 : 5	Phosphorsäure, 3basische	33,6	3 : 5
Gerbsäure	13,0	3 : 9	Kohlensäure	36,4	1 : 2
Arseniksäure	13,9	2 : 5			

Register.

Die eingeklammerten Zahlen zeigen an, wie oft ein Gegenstand auf einer Seite vorkommt.

Nachträge [1]).

Seite 35. Zeile 9 von unten. Noch leichter und weit billiger erhält man den Sauerstoff durch Erwärmen von concentrirter Chlorkalklösung mit sehr wenig Metalloxydhydrat, z. B. von Kupfer oder besser Kobalt. Es entsteht Hyperoxyd, welches aber den aufgenommenen Sauerstoff schon durch schwaches Erhitzen wieder abgiebt. Darstellung des Sauerstoffes.

S. 77. Z. 10 v. o. Das molybdänsaure Ammoniak zeigt die Phosphorsäure (frei oder gebunden) neben allen ähnlich reagirenden Substanzen durch einen citrongelben Niederschlag an, mit Ausnahme der Arsenikfäure, welche dasselbe Verhalten zeigt. Die Flüssigkeit muß durch Schwefelsäure oder Salpetersäure angesäuert werden. Ausmittlung der Phosphorsäure.

S. 87. Z. 9 v. u. Nach späteren Beobachtungen soll die durch die Kohlensäure der Luft aus dem kieselsauren Alkali abgeschiedene Kieselsäure in allen Fällen nicht durch chemische, sondern nur durch mechanische Verbindung mit andern Körpern die Erhärtung bewirken. Wirkung des Wasserglases.

S. 92. Z. 22 v. o. Papier, welches unvollständig von Chlor befreit war, färbt sich beim Befeuchten mit Jodzinkkleister (mit Chlorzink gekochter und erkaltetet mit Jod versetzter Stärkekleister) blau. Prüfung des Papiers auf Chlor.

S. 99. Z. 14 v. u. Nach neueren Beobachtungen ist das sogenannte Ammoniumamalgam keine Legirung von Ammonium und Quecksilber, sondern die Erscheinung beruht auf Gasbläschen, welche vom Quecksilber zurückgehalten werden. Ammonium ist kein Metall.

S. 107. Z. 8 v. u. Man hat in letzter Zeit viele Untersuchungen über Entstehung und Erhärtung der Cämente angestellt und daraus geschlossen, daß beim Brennen desselben außer Kalk- und Kalkthonerdesilicat auch Kalkerdealuminat entsteht. Nach einigen Beobachtungen verbindet sich nur dieses allein beim Erhärten mit Wasser, die Silicate aber nicht mit Wasser, sondern mit Kalkerdehydrat. Nach Andern erhärtet aufgeschlossene Kieselsäure mit Kalk unter Aufnahme von Wasser und die Thonerde trägt nicht das Mindeste zur Erhärtung bei. Ueber die Erhärtung der Cämente fehlt immer noch eine haltbare Erklärung.

S. 116. Z. 23 v. u. Man fand, das daß blendende Licht des brennenden Magnesiums erst von dem Augenblick an entsteht, wo eine gewisse Menge Oxyd gebildet ist und daß man es auch durch Erhitzen von Prismen von kohlensaurer Magnesia in der Knallgasflamme erhält. Das Magnesiumlicht gehört nicht dem Magnesium, sondern der Magnesia an.

---

1) Es sind mit wenig Ausnahmen Thatsachen oder Ansichten, welche erst während des Drucks dieser Auflage Veröffentlichung fanden.

Mangan-Eisen- und Kupferlegirungen.

S. 149. Z. 10 v. o. Eben so wenige Procente Mangan erhöhen nicht nur die Härte des Stahls, sondern auch des Stabeisens, ohne ihre Dehnbarkeit, Schweißbarkeit und andere Eigenschaften zu beeinträchtigen. Der Stahl läßt sich dadurch bei der stärksten Rothglühhitze hämmern, ohne zu reißen.

S. 153. Z. 5 v. o. Die Kupfermanganlegirung ist leicht schmelzbar, hart, zähe, fest und dehnbar. Auch mit andern Metallen liefert Kupfermangan sehr brauchbare Legirungen. Besonders Kupfermanganzink ist leicht schmelz- und bearbeitbar, zähe und von silberähnlicher Farbe.

Darstellung der Arseniksäure.

S. 188. Z. 10 v. o. Am besten erhält man die Arseniksäure durch Behandeln einer Lösung von arseniger Säure in Salzsäure mit Chlor, indem das Wasser den Sauerstoff liefert, während der Wasserstoff mit dem Chlor Salzsäure bildet. Letztere wird durch Verdampfen entfernt.

Zum Feingehalt des Silbers.

S. 202. Z. 1 v. u. Nach dem Wiener Münzvertrag von 1857 wird der Feingehalt nicht mehr in Lothen, sondern, wie in Frankreich und England, in Tausendtheilen ausgedrückt. Das Mischungsverhältniß der Vereinsmünzen ist 900 Silber zu 100 Kupfer.

Weißmachen von kupferlegirtem und von Schwefel geschwärztem Silber.

S. 203. Z. 19 v. u. Durch Anstreichen und Erhitzen mit starker Chlorzinklösung wird nicht blos kupferlegirtes (vgl. S. 174), sondern auch durch Schwefel oder schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstung schwarz gewordenes Silber weiß. Noch besser ist Cyankaliumlösung, welche augenblicklich schon bei blosem Befeuchten wirkt.

Das Schwärzen oder sogenannte Oxydiren oder Galvanisiren des Silbers.

Dagegen wird aber zuweilen das Silber von Schmucksachen oder versilberten Gegenständen absichtlich durch Schwefeln geschwärzt, indem man dieselben einige Secunden lang mit mittelstarker Salpetersäure anbeizt und dann in Schwefelleberlösung legt. Das Silber hat dann eine bräunliche Farbe. Durch längeres Beizen wird es matt und dann durch die Schwefelleber kohlschwarz. Putzt man die erhabenen Stellen vor dem Schwefeln mit Kork und Kreide wieder blank, so entsteht eine kräftigere Schattirung der Formen, indem nur die Vertiefungen schwarz bleiben.

Erklärung der Entstehung der Lichtbilder auf Jodsilber.

S. 205. Z. 14 v. u. Eine neuere Erklärung der Entstehung der Lichtbilder auf Jodsilber ist folgende: Das Jodsilber zersetzt sich nur und leicht durch das Licht in Berührung mit Körpern, welche freies Jod leicht absorbiren. Es wird daher nicht nur durch die Dämpfe des Quecksilbers, sondern auch bei Gegenwart von Silbernitratlösung reducirt, aber auch durch andere Körper, wie Gerbsäure und arsenigsaures Natron, welche blos darin mit ersteren übereinstimmen, daß sie Jod absorbiren.

Extraction der Golderze durch unterchlorige Säure.

S. 207. Z. 13 v. u. Statt Quecksilber wurde schon seit längerer Zeit Chlor zur Extraction goldarmer Erze vorgeschlagen, aber noch wenig in Anwendung gebracht, weil es in großem Ueberschuß angewendet werden muß und dennoch das Gold selten vollständig auszieht. Man hat daher statt Chlor unterchlorige Säure vorgeschlagen, welche billig hergestellt werden kann. Die schwefelhaltigen Erze werden fein gepulvert, geröstet, mit der unterchlorigen Säure imprägnirt (gesättigt) und dann durch Wasser mit Hilfe von Centrifugalkraft oder hydraulischen Pressen ausgezogen. Der Sauerstoff der unterchlorigen Säure oxydirt den noch vorhandenen Schwefel zu Schwefelsäure und das Chlor wirkt im Entstehungsmoment sehr kräftig auf das Gold. Das Goldchlorid wird aus der Auflösung durch Eisenvitriol gefällt. Die unter-

chlorige Säure ist billiger als Quecksilber und durchbringt die Masse weit vollständiger als dieses. Die bedeutenden Kosten des Abdestillirens, sowie die gesundheitschädlichen Wirkungen des Quecksilbers fallen weg.

Billige Darstellungsweise der Ameisensäure.

S. 231. Z. 14 v. u. Obgleich das Material zur Bereitung der Ameisensäure billig ist, so war doch der Preis derselben bisher unverhältnißmäßig hoch wegen der geringen Ausbeute der Bereitungsart. Weit billiger kommt dieselbe durch Umwandlung der Oxalsäure in Ameisensäure mittelst Glycerin. Das Glycerin zersetzt dieselbe in Ameisensäure, Kohlensäure und Wasser: $C_4H_2O_8, 4HO = C_2H_2O_4 + 4HO + C_2O_4$. Anfangs verbindet sich das Glycerin mit der entstandenen Ameisensäure. Diese wird aber durch Erhitzen frei und destillirt über. Das Glycerin bildet und bindet von Neuem Ameisensäure und entläßt sie abermals, ohne eine Veränderung zu erleiden, so daß eine bestimmte Menge Glycerin eine beliebige Menge Oxalsäure in Ameisensäure verwandeln würde, wenn die Verunreinigungen der Oxalsäure nicht endlich eine Erneuerung des Glycerins erfordern würden.

Schellack als Siccativ.

S. 268. Z. 15 v. o. Durch Zusatz einer Schellacklösung mit Borax (12 Th. Sch., 4 B., 100 Wasser) nebst etwas Terpentinöl soll das Leinöl in 15—30 Minuten trocknen.

Was ist Schleim und woraus besteht er?

S. 293. Z. 15 v. o. Man versteht unter Schleim diejenigen Körper, welche in Wasser anschwellen und dasselbe gallertartig verdicken, aber auch beim Erwärmen sich nur zum kleinen Theil darin auflösen, während sich Leim in heißem und Gummi auch in kaltem Wasser vollständig auflöst. Der ungelöste Theil setzt sich in verdünnter Lösung als gallertartige Masse zu Boden.

Nach den neuesten Untersuchungen kann man diese Körper nicht mehr als besondere chemische Stoffe betrachten, sondern nur als Gemenge. So besteht der lösliche Theil des Pflanzenschleims von Traganth, Eibisch, Lein-, Quitten- und Flohsamen aus Dextrin, der unlösliche aber aus Cellulose und ihren allmäligen Uebergangsstufen in Amyloid und Dextrin, wie sie auch bei der Umwandlung der Cellulose in Amyloid und Dextrin durch Schwefelsäure auftreten (vgl. S. 280).

Zur Bestimmung der Gerbsäure.

S. 317. Z. 10 v. o. Vergleichende Versuche haben ergeben, daß die Gerbsäurebestimmung mit alaunhaltiger Leimlösung sehr zeitraubend und ungenau, dagegen die aräometrische Bestimmung vor und nach Entfernung der Gerbsäure nicht nur leicht ausführbar ist, sondern auch unter allen Methoden die genauesten Resultate liefert. Die Gerbsäure wird durch Hautpulver entfernt. Man nimmt das vierfache Gewicht von dem Gerbsäuregehalt, welchen die erste Aräometerbestimmung angiebt, weicht es aber, vor dem Zusatz, in Wasser ein. Die Differenz beider Aräometerbestimmungen + 1 ist das specifische Gewicht der zu prüfenden Gerbsäurelösung nach Ausschluß aller fremden Stoffe und giebt die Procente nach der Tafel (S. 316) an, ein Lohearäometer (S. 11) dagegen direct, also ohne Tafel.

Künstliches Elfenbein aus Cautschuk.

S. 349. Z. 11 v. o. Durch Bleichen des Cautschuks in einer Auflösung von Chloroform mit Chlorgas und Versetzen mit Marmorpulver, Thon oder schwefelsaurem Bleioxyd liefert dasselbe eine elfenbeinartige Masse.

Klärung der Schaumweine.

S. 403. Z. 1 v. u. Zuweilen lagert sich die Ausscheidung der Schaumweine nicht vollkommen ab und hängt sich hautförmig an die Wand der Flasche. Durch Zusatz von etwas alaunhaltiger Gerbsäurelösung wird die

Ausscheidung pulverförmig und setzt sich nun vollkommen ab (vgl. S. 316 Z. 2 v. u.). Ohne Alaun werden die Proteïnsubstanzen, also auch Eiweißstoff und Pflanzenleim des Weins von Gerbstoff nicht vollkommen gefällt.

Welchem Umstande das Wiener und Prager Bier seine Güte verdankt.

S. 418. Z. 22 v. u. Das österreichische Brauverfahren, welches gegenwärtig die besten Biere liefert, indem nach französischem Urtheil das Prager und Pilsener, besonders aber das Wiener Bier selbst das Münchener und Erlanger an Güte übertrifft, unterscheidet sich vom bayerischen Brauverfahren lediglich durch die Darstellung des Malzes. Man läßt nämlich den Blattkeim nach englischem Muster sehr langsam, aber stark wachsen, ebenso wird langsam, aber stark getrocknet, da man bei langsamem Trocknen auch bei starker Austrocknung sehr blasses Malz erzeugen kann. Der ungemalzte Theil des Korns hält das Wasser hartnäckig zurück, wird daher beim Darren glasig, beim Schroten nur plattgedrückt und nur der gemalzte Theil zerbröckelt. Beim Dickmaischkochen sinkt das Glasmalz zu Boden und verursacht das Anbrennen, während die gemalzten Theile porös und so leicht sind, daß sie die wallende Bewegung im Kessel leicht aufschwemmt.

Lichtblau.

S. 476. Z 11 v. u. Blaues Anilin, welches sich so weit von Violett entfernt und dem Grün nähert, daß es auch bei künstlicher Beleuchtung blau bleibt, heißt Lichtblau. Man erhält es, wenn man Anilinviolett mit essigsaurem Kali längere Zeit auf 152° R. erhitzt, wodurch es blau wird und dann noch so lange, bis es grünlich blau ist. Nun gießt man es in Weingeist und entfernt das überschüssige Anilin durch Kochen mit concentrirter Salzsäure. Dabei scheidet sich das Lichtblau aus, das Violett bleibt in der Lösung und wird erst durch Wasser ausgeschieden.

Anilingelb und Anilinorange.

S. 477. Z. 8 v. o. Anilingelb oder Chrysanilin und Anilinorange sind zwei verschiedene Farbstoffe. Während man Orange auf die oben (S. 477) angegebene Weise erhält, entsteht Gelb, wenn man Anilin mit zinnsaurem oder antimonsaurem Alkali zerreibt, das Gemenge mit Salzsäure ansäuert, eintrocknet und mit Aetheralkohol auszieht. Man erhält eine goldgrüne Masse, die sich in Wasser mit rother Farbe löst, aber durch viel Wasser oder Alkalien zersetzt und als gelbe Masse gefällt wird. Anilingelb ist ein rostgelbes, Orange ein feuerrothes Pulver. Gelb ist in kaltem Wasser wenig löslich mit citronengelber Farbe, in heißem leichter mit pomeranzengelber, Orange ziemlich leicht in kaltem und noch leichter in heißem Wasser mit rubinrother Farbe. In Alkohol sind beide leicht löslich, in Aether ist Gelb leicht löslich, Orange unlöslich. Die Auflösung des Gelb wird von Säuren scharlachroth, die Farbe des Orange dagegen wenig verändert. Alkalien färben die Lösung des Gelb wieder citronengelb, mit der des Orange bilden sie einen citronengelben Niederschlag, welcher sich nur beim Erwärmen löst. Das Gelb färbt Wolle und Seide citronengelb, das Orange tief pomeranzengelb oder feuerroth.

Zur Erzeugung von Anilinschwarz.

S. 477. Z. 23 v. o. Unter Mitwirkung von Kieselflußsäure kann auch das chlorsaure Kali als solches zur directen Oxydation für Anilinschwarz dienen. Man löst es in Kieselflußsäurelösung auf, versetzt damit die Chloranilinlösung und fixirt durch Erwärmen auf 25—28° R. Die Chlorsäure wird frei und bildet mit dem Chlor des Chloranilins mehrere Zwischenverbindungen, welche nebst unzersetzter Chlorsäure das Anilin in Schwarz verwandeln.

Phenylbraun

S. 478. Z. 7 v. o. Die Phenylsäure bildet mit Salpeterschwefelsäure (Mischung beider Säuren) das Phenylbraun, ein amorphes braunes Pul-

ver, in kaltem Wasser wenig, in heißem gar nicht, aber leicht löslich in Aether, Alkohol und Essigsäure, besonders bei Zusatz von etwas Weinsäure, ferner in Alkalien. Es besteht aus einem gelben und schwarzen Farbstoff. Es färbt, wie die Anilinfarben, Seide und Wolle ohne Beize, liefert unter allen Theerfarben die mannichfaltigsten und ächtesten Nüancen, widersteht der Einwirkung des Lichtes und des Chlorkalks. Es färbt für sich gelblichbraun, mit oxydirenden Substanzen, wie chromsaures Kali und Kupfer aber granatbraun. Mit Zinnoxydnatron und Gerbstoff gebeizte Baumwolle nimmt das Phenylbraun leicht auf, verliert aber durch Seife ihre Färbung wieder. Zur Druckerei ist es ebenfalls nicht geeignet, weil die gedämpfte Farbe trüb ist und den Alkalien schlecht widersteht.

Durch Erhitzen mit Oxalsäure nebst Schwefelsäure bildet die Phenylsäure das Phenylroth oder Corallin, einen scharlachrothen Farbstoff und durch Erhitzen des Phenylroths mit Anilin das Phenylblau, Azulin oder Azurin. Phenylroth und Blau.

S. 497. Z. 25 v. u. Das Naphthalin liefert auf dieselbe Weise wie das Anilin ähnliche Farben wie dieses. Naphthalinfarben.

Verbesserungen.

Seite 26	Zeile 16	von	unten	statt	F lese man: Fe.
„ 84	„ 30	„	„	„	schwefelsaurem l. m. salpetersaurem.
„ 105	„ 21	„	oben	„	Das SrCl l. m Das Chlorstrontium, SrCl.
„ 107	„ 19	„	„	„	löslichen l. m. unlöslichen.
„ 107	„ 13	„	unten	„	ward l. m. wird.
„ 113	„ 10	„	„	„	Annalium l. m. Annaline.
„ 145	„ 22	„	„	„	mehr l. m. fast.
„ 146	„ 2	„	oben	„	dem l. m. dem glashart gemachten.

„ 176 die Zeilen 16, 17 u. 18 sollen nach Z. 3 v. u. stehen.

„ 188	Zeile 17	von	unten	statt	Anderthalbschwefelarsenik l. m. Dreifachschwefelarsenik
„ 189	„ 27	„	„	„	arsenige Säure l. m. Arseniksäure.
„ 240	„ 1	„	„	„	abscheidet l. m. zersetzt.
„ 247	„ 6	„	„	„	vesretzt l. m. versetzt.
„ 258	„ 17	„	oben	„	entsteht l. m. entsteht er.
„ 258	„ 20	„	„	„	SO_4 l. m. S_2O_4.
„ 298	„ 2	„	„	„	Masse l. m. Melasse.

„ 314 am Rand statt Glaskalk l. m. Gaskalk.

„ 400 Zeile 11 v. u. statt Sumpfspierstaunde l. m. Sumpfspierstaude.

„ 423 „ 18 v. u. statt Schwefelsäure l. m. schweflige Säure.